

(12)

# DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 79400666.8

(22) Date de dépôt: 19.09.79

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: **A 61 K 31/475**  
**C 07 D 471/04**  
 //C07D209/88, (C07D471/04,  
 221/00, 209/00)

(30) Priorité: 21.09.78 FR 7827137

(43) Date de publication de la demande:  
 16.04.80 Bulletin 80/8

(84) Etats Contractants Désignés:  
 BE CH DE GB IT LU NL

(71) Demandeur: Etablissement public dit: **AGENCE  
 NATIONALE DE VALORISATION DE LA RECHERCHE  
 (ANVAR)**  
 13, rue Madeleine Michelis  
 F-92522 Neuilly sur Seine(FR)

(72) Inventeur: Bisagni, Emile  
 16, rue Bossuet  
 F-91400 Orsay(FR)

(72) Inventeur: Ducrocq, Claire  
 14, allée des Bathes  
 F-91400 Orsay-Les Ulis(FR)

(72) Inventeur: Rivalle, Christian  
 78, rue des Casseaux  
 F-91120 Villebon/Yvette(FR)

(72) Inventeur: Tambourin, Pierre  
 14, allée des Bathes  
 F-91400 Orsay-Les Ulis(FR)

(72) Inventeur: Wendling, Françoise  
 24, rue Monge  
 F-75005 Paris(FR)

(72) Inventeur: Civier, Alain  
 Chemin des Bourguignons Longpont/Orge  
 F-91310 Montlhérie(FR)

(72) Inventeur: Montagnier, Luc  
 21, rue de Malabry  
 F-92350 Le Plessis-Robinson(FR)

(72) Inventeur: Chermann, Jean-Claude  
 2, Clos d'Ergal  
 F-78310 Elancourt(FR)

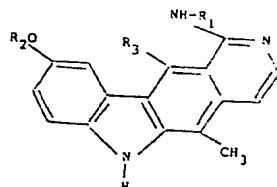
(72) Inventeur: Gruet, Jacqueline  
 6, rue du Gué  
 F-94240 l'Hay-les-Roses(FR)

(72) Inventeur: Lidereau, Rosette  
 59, rue Jules Michelet  
 F-92700 Colombes(FR)

(74) Mandataire: Harlé, Robert et al,  
 c/o Cabinet Harlé & Lechopiez 21, rue de la  
 Rochefoucauld  
 F-75009 Paris(FR)

(54) **Dérivés des pyrido (4,3-b) carbazoles (ellipticines), substitués en position 1 par une chaîne polyaminée, leur synthèse, leur application dans des médicaments et leurs intermédiaires.**

(57) "Nouveaux dérivés des pyrido (4, 3-b) carbazoles (ellipticines), substitués en position 1 par une chaîne polyaminée, leur obtention et leur application à titre de médicaments"  
 Composés de formule



dans laquelle R<sub>1</sub> est un groupement Y-(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-NR<sub>4</sub>R<sub>5</sub>, où Y représente une liaison simple ou le groupe:



R<sub>4</sub> et R<sub>5</sub>, identiques ou différents, sont l'hydrogène ou un radical alkyle, de préférence inférieur, ou encore forment ensemble un cycle pouvant comporter des hétéro-atomes, en particulier des atomes d'azote, et n est un nombre allant de 1 à

./...

10, notamment de 2 à 7,  $R_2$  est un atome d'hydrogène, un groupe alkyle inférieur ou un groupe aralkyle dans lequel le substituant alkyle est un groupe alkyle inférieur, et  $R_3$  est un atome d'hydrogène ou un groupe  $-CH_3$ .

Une synthèse multi-étapes en passant par des carbazoles et des chloro-l-pyrido (4,3-b) carbazoles.

Les composés ont des propriétés antitumorales.

TITRE MODIFIÉ  
voir page de garde

1.

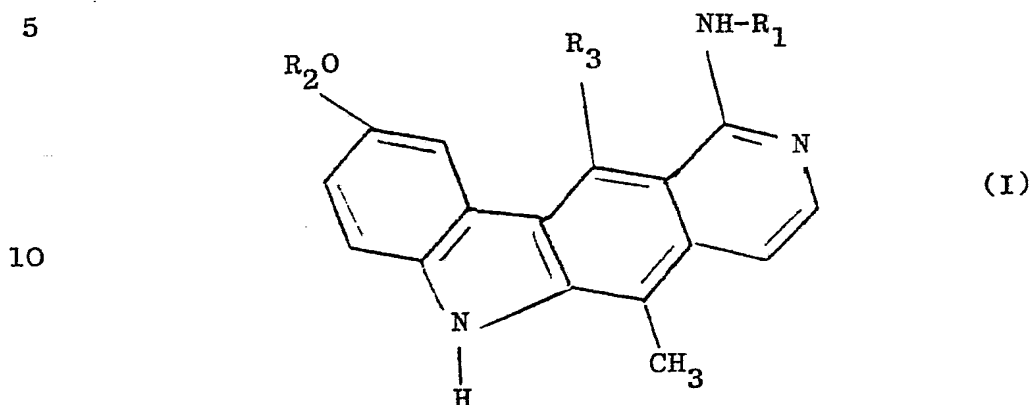
" Nouveaux dérivés des pyrido[4,3-b]carbazoles (ellipticines), substitués en position 1 par une chaîne polyaminée, leur obtention et leur application à titre de médicaments "

5 L'invention concerne la synthèse d'une nouvelle famille de produits, qui sont des pyrido[4,3-b]carbazoles (ellipticines) diversement substitués sur leur sommet 1. L'invention a aussi pour objet un procédé d'obtention de tels produits à partir de pyrido  
10 [4,3-b]carbazoles eux-mêmes préparés par une voie d'accès originale. En outre, l'invention est relative à l'application à titre de médicaments de ces nouveaux produits, en particulier pour le traitement des leucémies et des tumeurs. C'est ainsi que l'invention se rap-  
15 porte aussi à des compositions pharmaceutiques contenant, à titre d'agents actifs, au moins l'un desdits produits.

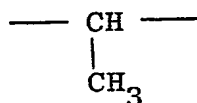
De nombreux travaux ont été consacrés, au cours de ces dernières années, à la famille de l'ellipticine  
20 et de ses dérivés, dont on avait constaté l'activité antitumorale. Divers procédés ont été décrits dans l'art antérieur pour préparer des pyrido[4,3-b]carbazoles (ellipticines). A titre de référence bibliographique, on peut par exemple citer l'article de M. SAINSBURY, dans  
25 Synthesis, 1977, p. 437 et suivantes. Il importe toujours, cependant, de trouver de nouveaux composés doués d'une activité supérieure ou de mettre au point de nouvelles voies de synthèse.

## 2.

La présente invention concerne ainsi de nouveaux pyrido[4,3-b]carbazoles (ellipticines) substitués en position 1 par une chaîne polyaminée et répondant à la formule générale (I) :



15 dans laquelle  $R_1$  est un groupement  $Y-(CH_2)_n-NR_4R_5$  où  $Y$  représente une liaison simple ou le groupe :



20  $R_4$  et  $R_5$ , identiques ou différents, sont l'hydrogène ou un radical alkyle, de préférence inférieur, ou encore forment ensemble un cycle pouvant comporter des hétéroatomes, en particulier des atomes d'azote et  $n$  est un nombre allant de 1 à 10, notamment de 2 à 7,

25  $R_2$  est un atome d'hydrogène, un groupe alkyle inférieur ou un groupe aralkyle dans lequel le substituant alkyle est un groupe alkyle inférieur, et

$R_3$  est un atome d'hydrogène ou un groupe  $-CH_3$ .

Au sens de la présente description, on désigne  
30 par "alkyle inférieur" tout groupement hydrocarboné de formule  $C_xH_{2x+1}$  dans lequel  $x$  est un nombre entier allant de 1 à 4, par exemple les radicaux méthyle, éthyle, butyle, propyle.

L'invention concerne également les sels pharmaceutiquement acceptables des dérivés définis ci-dessus, obtenus avec des acides minéraux ou organiques

35

## 3.

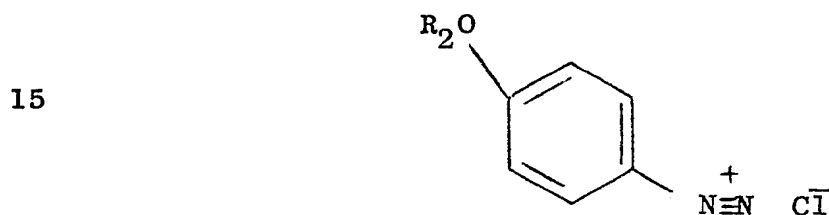
couramment utilisés pour la formation de sels pharmaceutiquement acceptables.

L'invention concerne également un procédé pour l'obtention des nouveaux composés de formule (I) en  
5 passant par des chloro-1 pyrido [4,3-b] carbazoles.

Le procédé de l'invention implique une succession d'étapes qui sont illustrées par le schéma réactionnel représenté au dessin annexé. Dans ce qui suit, on décrira chacune des étapes.

10 Première étape.

Dans cette étape, on fait réagir un chlorure de phényl (substitué en 4) diazonium de formule :



où  $R_2$  a la signification indiquée précédemment, sur un  
20 cyclohexène à substitution amine en position 1, par exemple un N-morpholino-1, cyclohexène de formule :



25 où  $R_3$  a la signification indiquée (H ou  $-CH_3$ ).

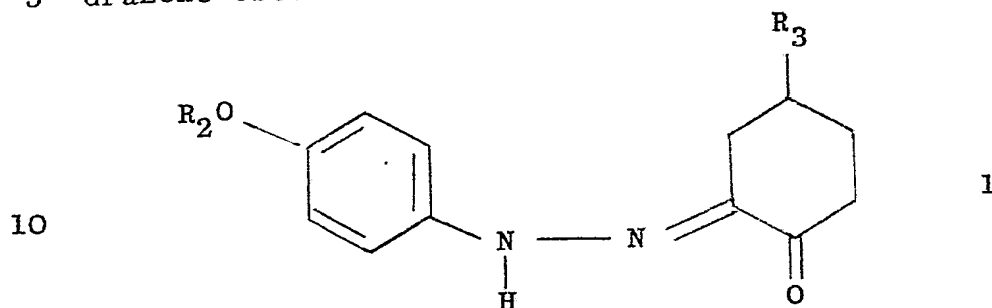
En vue de la réaction, il est avantageux de **préparer in situ** le sel de diazonium en faisant réagir en milieu acide un nitrite, tel que le nitrite de sodium, sur une phénylamine substituée en position 4 par le  
30 groupe  $-OR_2$ . Cette réaction se fait à température inférieure à la température ambiante, par exemple aux environs de  $0^\circ\text{C}$ . On peut alors faire réagir dans le même milieu réactionnel le cyclohexène à substitution amine en position 1. On utilise un N-morpholino-1 cyclohexène,  
35 un N-pipéridino-1 cyclohexène ou autre cyclohexène substitué en 1 par un cycle aminé. On obtient ainsi une mo-

4.

noarylhydrazone de cyclohexane dione-1,2 (formule 1 sur le schéma réactionnel annexé).

Deuxième étape.

Dans cette étape, on transforme la monoarylhydrazone obtenue à la première étape, de formule :

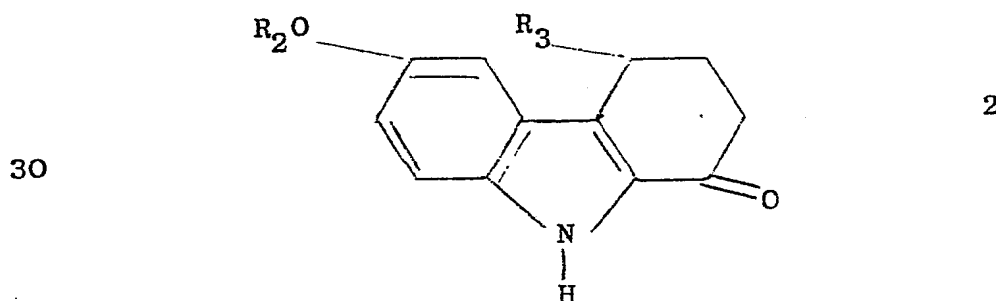


où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée, par indolisation à chaud et en milieu acide fort. La température de réaction dépend du milieu choisi et se situe en général entre 80°C et 200°C environ. Si l'on travaille en milieu solvant, on peut opérer à la température de reflux du solvant, par exemple, dans le cas de l'éthanol, aux environs de 80°C, ou dans le cas de l'eau, vers 100°C.

On obtient ainsi un oxo-1 tétrahydro-1,2,3,4 carbazole (formule 2 sur le schéma réactionnel annexé).

Troisième étape.

Dans cette étape, on acyle l'oxo-1 tétrahydro-1,2,3,4 carbazole obtenu à la deuxième étape, de formule :



où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée, à l'aide de formiate d'éthyle en présence d'une base forte, ce qui conduit à un oxo-1 hydroxyméthylène-2-tétrahydro-1,2,3,4

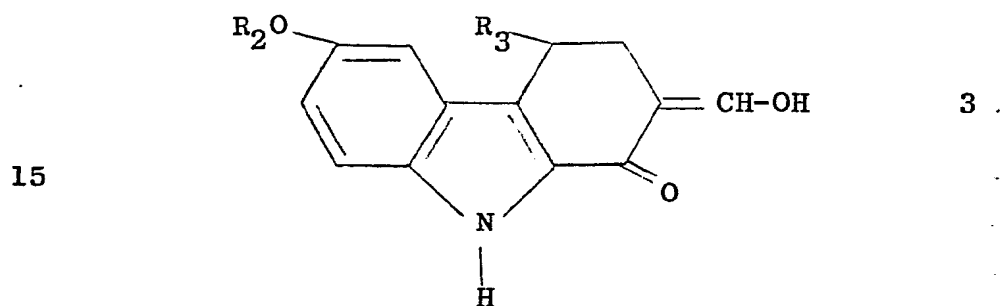
5.

carbazole (formule 3 sur le schéma réactionnel annexé).

A titre de base forte, on peut utiliser l'hydru-  
 5 de sodium, l'éthoxyde de sodium ou une base forte  
 analogue utilisée de façon classique dans les réactions  
 de chimie organique. La température de réaction dépen-  
 dra de la base utilisée. Si l'on augmente la températu-  
 re, la vitesse de réaction croît.

Quatrième étape.

Dans cette étape, on étherifie l'oxo-1 hydro-  
 10 xyméthylène-2 tétrahydro-1,2,3,4 carbazole, de formule :



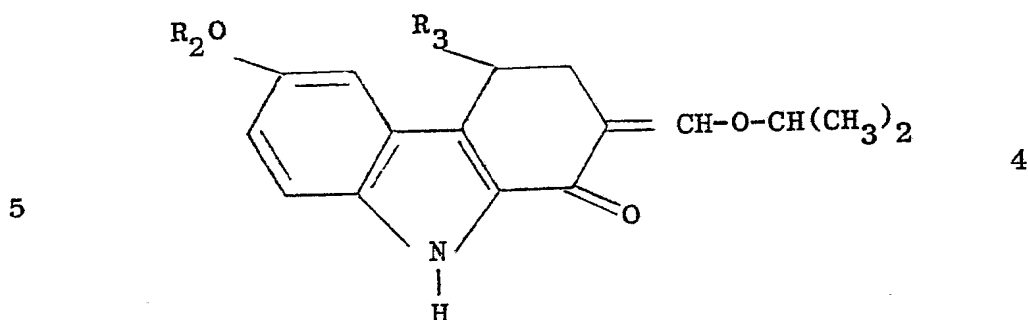
où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée, à l'aide d'-  
 20 un halogénure d'alkyle approprié, de préférence d'iodu-  
 re d'isopropyle. La réaction se fait bien en milieu ba-  
 sique (carbonate de potassium, par exemple) dans un  
 solvant aprotique (diméthyl-formamide, par exemple). On  
 peut commencer la réaction à froid, par exemple vers 0-  
 25 5°C, puis terminer à température ambiante.

On obtient ainsi un oxo-1 alkyloxyméthylène-2  
 dihydro-3,4 carbazole, en particulier l'oxo-1 isopropo-  
 xyméthylène-2 dihydro-3,4 carbazole (formule 4 sur le  
 schéma réactionnel annexé).

30 Cinquième étape.

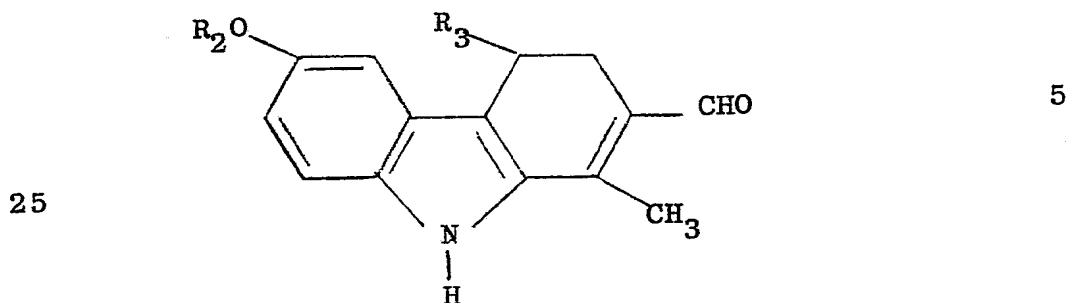
Dans cette étape, on traite l'oxo-1 isopropoxy-  
 méthylène-2 dihydro-3,4 carbazole, obtenu à la quatriè-  
 me étape, de formule :

6.



où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée, par quatre é-  
 10 quivalents molaires de méthyl-lithium, après quoi on o-  
 père successivement une hydrolyse acide et une hydroly-  
 se alcaline, celle-ci étant réalisée à température am-  
 biente. La réaction avec le méthyl-lithium et l'hydro-  
 lyse acide se font le mieux à froid, par exemple vers  
 15 0°C. On obtient ainsi un méthyl-1 formyl-2 dihydro 3,4  
 carbazole (formule 5 sur le schéma réactionnel annexé).  
Sixième étape.

Dans cette étape, on traite le méthyl-1 formyl-  
 2 dihydro 3,4 carbazole obtenue à la cinquième étape, de  
 20 formule :



où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée, par du char-  
 30 bon palladié ou mieux par un dioxyde de manganèse, afin  
 d'obtenir l'aromatisation du composé de départ, ce qui  
 conduit à l'aldéhyde de formule 6 (voir schéma réaction-  
 nel annexé).

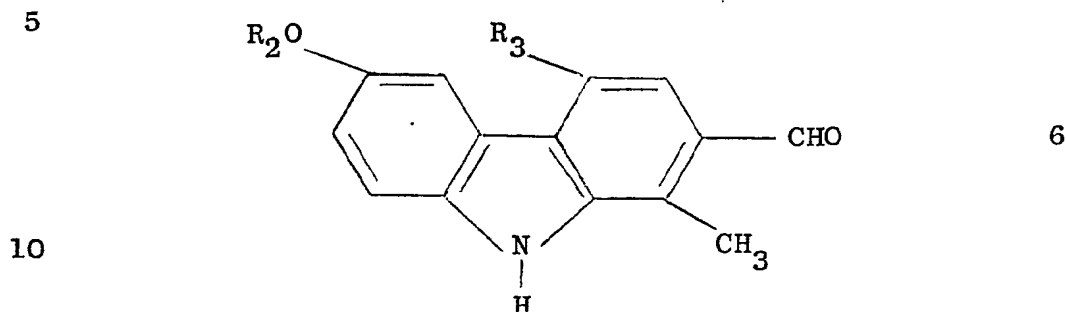
La réaction se fait en milieu solvant, par e-  
 35 xemple un solvant benzénique, à une température de 70°C  
 à 120°C environ. Dans le cas du benzène, on peut opérer



à la température de reflux, soit environ 80°C.

Septième étape.

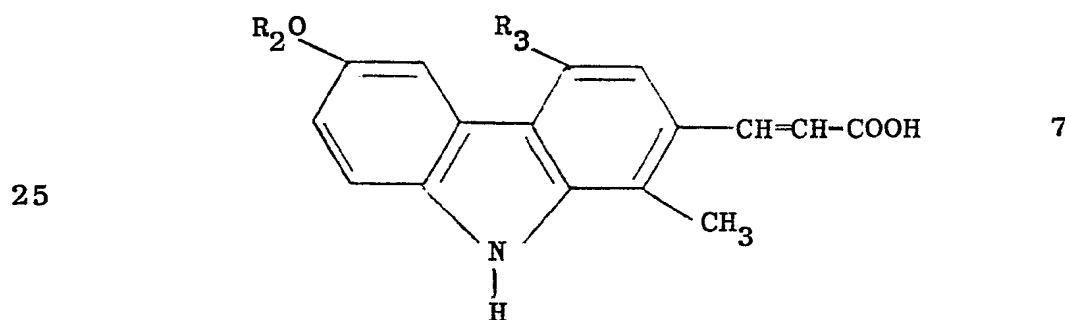
Dans cette étape, on traite l'aldéhyde, obtenu à la sixième étape, de formule :



par l'acide malonique pour conduire à un acide acrylique (formule 7 sur le schéma réactionnel). Il convient d'exécuter la réaction en présence d'une quantité catalytique de pipéridine et à chaud. On travaille avantageusement dans la pyridine à l'ébullition.

Huitième étape.

Dans cette étape, on traite l'acide acrylique obtenu à la septième étape, de formule :

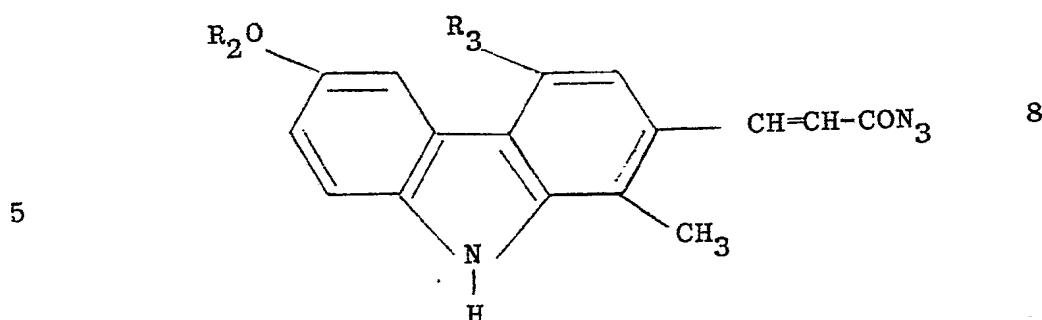


par le chloroformiate d'éthyle puis par l'azoture de sodium, selon la technique connue dite des anhydrides mixtes, ce qui conduit à l'azide correspondant (formule 8 sur le schéma réactionnel). Cette réaction se fait à froid, en milieu solvant tel que l'acétone.

Neuvième étape.

Dans cette étape, on traite l'azide obtenu à la huitième étape, de formule :

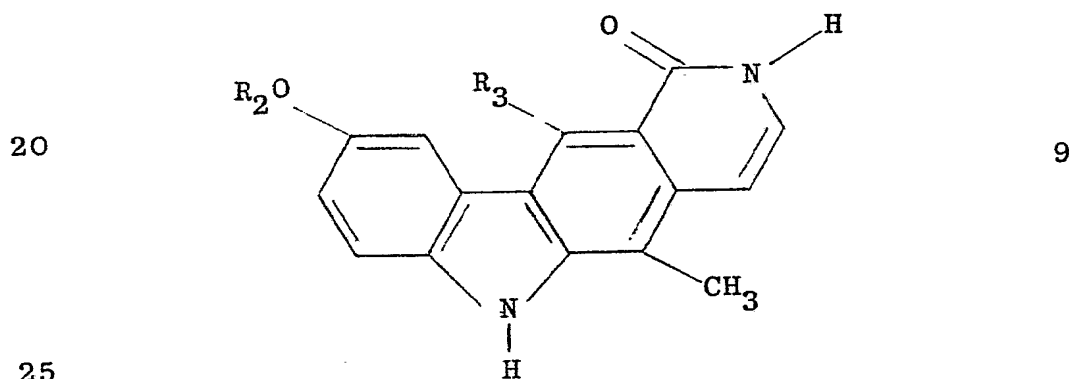
8.



10 par le diphényl-éther à chaud, de préférence à la température d'ébullition, ce qui conduit à un dihydro-1,2 oxo-1 méthyl-5 pyrido [4,3-b]carbazole (formule 9 sur le schéma réactionnel).

Dixième étape.

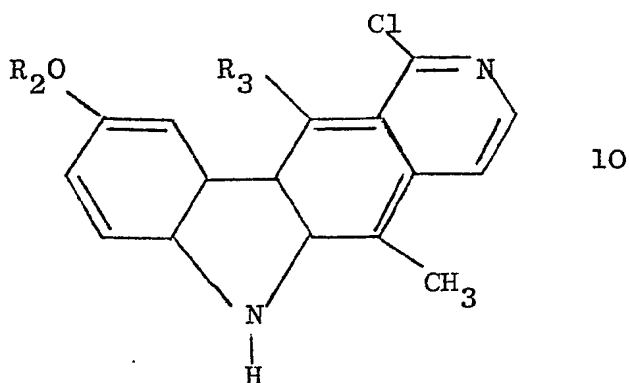
15 Dans cette étape, on traite le dihydro-1,2 oxo-1 méthyl-5 pyrido [4,3-b] carbazole, obtenu à la neuvième étape, de formule :



30 par l'oxychlorure de phosphore à chaud, et de préférence à la température d'ébullition, ce qui conduit à un chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido[4,3-b] carbazole (formule 10 sur le schéma réactionnel).

Onzième étape.

Dans cette étape, on traite le chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b]carbazole obtenu à la dixième étape, de formule :



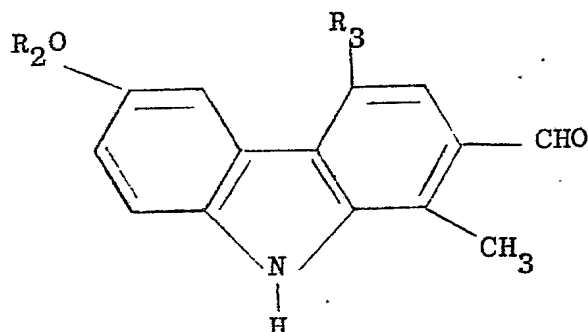
5  
10 par une amine de formule  $\text{NH}_2\text{-R}_1$ , où  $\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$  et  $\text{R}_3$  ont la  
signification indiquée précédemment. La substitution  
par l'amine se fait avantageusement à chaud, notamment  
à des températures de 100 - 200°C, et en particulier  
dans l'amine au reflux. L'invention concerne également  
15 ces composés de formule 10 à titre de nouveaux produits.

Les sels pharmaceutiquement acceptables des-  
dits dérivés de l'invention peuvent être obtenus selon  
des moyens classiques à la portée de l'homme de l'art  
en utilisant des acides appropriés, tels que les acides  
20 chlorhydrique, bromhydrique, succinique, lactique, acéti-  
que maléique, phosphorique, et tous autres acides  
communément utilisés pour former de tels sels.

Les carbazoles à fonction aldéhyde de formule  
6 sur la figure annexée sont des produits de valeur pour  
25 les synthèses organiques. Par exemple, ils peuvent être  
appliqués à l'obtention de divers dérivés de l'ellipti-  
cine selon la technique décrite par T.R. Govindachari,  
S. Rajappa, V. Sundarasanam, Indian Journal of Chemis-  
try 1 p.247 (1963). En outre, ils peuvent servir à l'ob-  
30 tention de dérivés de l'olivacine selon la technique  
décrite par E. Wenkert et K.G. Dave, J.Am. Chem. Soc.  
(1962) 84, p.94.

L'invention concerne aussi de tels carbazoles  
de formule :

5



où  $R_2$  est un atome d'hydrogène, un groupe alkyle inférieur ou un groupe aralkyle dans lequel le substituant alkyle est un groupe alkyle inférieur, et  $R_3$  est un atome d'hydrogène ou un groupe  $-CH_3$ .

Des exemples représentatifs de ces carbazoles sont donnés ci-après (Exemple 6, composés 6a, 6b avec  $R_3 = H$  et 6c, 6d avec  $R_3 = CH_3$ ).

Les exemples ci-après illustrent, à l'aide d'un certain nombre de composés représentatifs, la synthèse selon l'invention. En référence à la figure annexée, on indiquera tout d'abord le schéma réactionnel utilisé dans les divers exemples.

Les chlorures de méthoxy-4 phényl-diazonium et benzyloxy-4 phényl-diazonium réagissent à  $0^\circ C$  avec le N-morpholino-1 cyclohexène et le méthyl-4-N-morpholino-1 cyclohexène en donnant respectivement les monoarylhydrazones de la cyclohexane dione-1,2 et de la méthyl-4 cyclohexane dione-1,2 (composés 1a, 1b, 1c, 1d).

En partant de ces arylhydrazones 1 (a-d), on a préparé successivement :

- les oxo-1 tétrahydro-1,2,3,4 alkyloxy-6 carbazoles 2 (a-d) qui résultent de la transformation des précédents par indolisation selon Fisher par la technique décrite par F. LIONS J. Proc. Roy. Soc. N.S. Wales 66, p. 516 (1933),

- les oxo-1 hydroxyméthylène-2 tétrahydro-1,2-3,4-alkyloxy-6 carbazoles 3 obtenus par acylation de 2 avec le formiate d'éthyle en présence d'hydrure de so-

dium, selon la technique décrite par E. WENKERT et K.G. DAVE J. Am. Chem. Soc. (1962), 84, p. 94.

- les oxo-1 isopropyloxyméthylène-2 tétrahydro-1,2,3,4-alkyloxy-6 carbazoles 4 formés en étherifiant 3 avec l'iodure d'isopropyle en présence de carbonate de potassium dans le diméthylformamide, selon une technique semblable à celle décrite par Wenkert et Dave (cités supra).

- les méthyl-1 formyl-2 dihydro-3,4 alkyloxy-6 carbazoles 5 issus de la transformation de 4 par quatre équivalents molaires de méthyl-lithium suivie d'hydrolyse en milieu acide,

- les méthyl-1 formyl-2 alkyloxy-6 carbazoles 6 provenant de l'aromatisation de 5 au moyen du dioxyde de manganèse.

A partir des aldéhydes 6, l'édification du cycle D des pyrido  $\text{[4,3-b]}$  carbazoles a été réalisée en trois étapes, dans les conditions de la réaction décrite par E. ELOY et A. DERYCKERE Helv. Chem. Acta. (1969), 52 p. 1755. Ainsi, l'acide malonique réagit avec 6 (a-d) pour donner les acides acryliques 7 (a-d) que l'on transforme en azides correspondants 8 (a-d) par la méthode des anhydrides mixtes (11) et, dans le diphenyl éther bouillant (10); ces derniers engendrent les dihydro 1,2 oxo-1 pyrido  $\text{[4,3-b]}$  carbazoles 9 (a-d) qui conduisent aisément aux chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido  $\text{[4,3-b]}$  carbazoles 10 (a-d) par réaction avec l'oxychlorure de phosphore bouillant.

Les chloro-1 méthyl-5 alcoxy-9 pyrido  $\text{[4,3-b]}$  carbazoles 10 (a-d) sont substitués par les amines primaires ou secondaires pour donner naissance aux dérivés attendus 11 à 28.

Les deux dérivés benzyloxylés 10b et 10d ont été synthétisés en vue de l'étude comparative des effets biologiques des dérivés méthoxylés et hydroxylés. En effet, par hydrogénation de leurs dérivés de substitution

24 et 28 sur charbon palladié, ils ont été débenzylés quantitativement en 29 et 30.

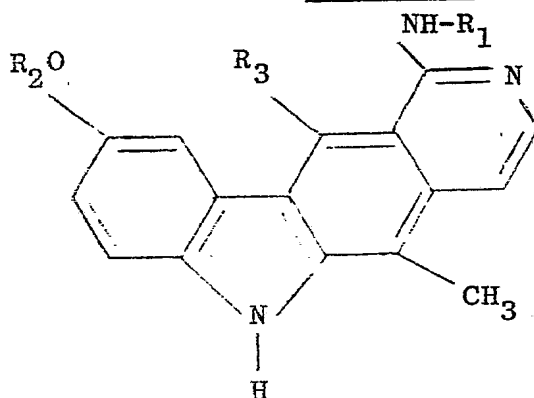
On a rassemblé dans le tableau I ci-après les indications relatives à la signification de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$  dans les composés des exemples.

On notera que le composé 21 n'entre pas dans la définition générale des produits de l'invention. Les essais pharmacologiques ont en outre montré que ce composé n'est pas cytotoxique.

Dans les exemples qui suivent, les points de fusion, non corrigés, ont été pris sur un banc chauffant de Kofler ou avec un microscope à platine chauffante. Les spectres IR ont été enregistrés sur un spectrophotomètre Perkin Elmer à double faisceau, modèle 21. Sauf indications contraires, les spectres de RMN ont été enregistrés avec un appareil Hitachi-Perkin Elmer à 60 MHz, les autres l'ont été avec un appareil Varian XL 100, avec le tétraméthylsilane comme référence interne et en solution dans  $(CD_3)_2SO$ .

Les composés affectés de l'indice a correspondent à  $R_2 = CH_3$  et  $R_3 = H$ . Les composés affectés de l'indice b correspondent à  $R_2 = CH_2 - \emptyset$  et  $R_3 = H$ . Les composés affectés de l'indice c correspondent à  $R_2 = R_3 = CH_3$ . Les composés affectés de l'indice d correspondent à  $R_2 = CH_2 - \emptyset$  et  $R_3 = CH_3$ .

TABLEAU I



$\text{10a} \longrightarrow$	11	$R_2 = CH_3 ; R_3 = H$	$R_1 = (CH_2)_2 - NH_2$
	12	" "	$R_1 = (CH_2)_3 - NH_2$
	13	" "	$R_1 = (CH_2)_4 - NH_2$
	14	" "	$R_1 = (CH_2)_5 - NH_2$
	15	" "	$R_1 = (CH_2)_6 - NH_2$
	16	" "	$R_1 = (CH_2)_2 - N(CH_3)_2$
	17	" "	$R_1 = (CH_2)_3 - N(CH_3)_2$
	18	" "	$R_1 = (CH_2)_3 - N(C_2H_5)_2$
	19	" "	$R_1 = -CH-(CH_2)_3 - N(CH_3)CH_3$
	20	" "	$R_1 = -(CH_2)_3 - N(CH_2-CH_2)_2-N(CH_2)_3-NH_2$
	21	" "	$R_1 = N(CH_2-CH_2)_2-N(CH_2)_2$
$\text{10b} \longrightarrow$	22	$R_2 = CH_2C_6H_5 ; R_3 = H$	$R_1 = (CH_2)_2 - N(CH_3)_2$
	23	" "	$R_1 = (CH_2)_3 - NH_2$
	24	" "	$R_1 = (CH_2)_3 - N(C_2H_5)_2$

TABLEAU I (suite)

10c	→	25	$R_2 = R_3 = CH_3$	$R_1 = (CH_2)_3 - NH_2$
		26	" "	$R_1 = (CH_2)_3 - N(CH_3)_2$
		27	" "	$R_1 = (CH_2)_3 - N(C_2H_5)_2$
10d	→	28	$R_2 = CH_2C_6H_5$ ; $R_3 = CH_3$	$R_1 = (CH_2)_3 - N(C_2H_5)_2$
24	→	29	$R_2 = R_3 = H$	$R_1 = (CH_2)_3 - N(C_2H_5)_2$
28	→	30	$R_2 = H$ ; $R_3 = CH_3$	$R_1 = (CH_2)_3 - N(C_2H_5)_2$

---



EXEMPLE 1.(Méthoxy-4 phényl) hydrazones : composés la et lc.

On mélange la p. anisidine (123 g - 1 mole) avec l'acide chlorhydrique concentré (172 ml - 2 moles),  
5 on agite jusqu'à dissolution complète de la p. anisidine et on ajoute 400 g de glace. En maintenant la température du mélange en dessous de 5°C et en poursuivant l'agitation, on ajoute ensuite, goutte à goutte, une solution de nitrite de sodium (69 g - 1 mole) dans le  
10 minimum d'eau. En continuant à agiter l'ensemble en-dessous de 3°C, on additionne alors l'énamine voulue (1 mole), correspondant respectivement à  $R_2 = CH_3$  et  $R_3 = H$  pour le composé la et  $R_2 = CH_3$  et  $R_3 = CH_3$  pour le composé lb, en solution dans le dioxanne séché et diperoxydé (400 ml), on poursuit l'agitation pendant 1 heure  
15 en laissant revenir à la température ambiante, on essore le précipité et on le lave à l'eau puis à l'éthanol. Le solide rouge obtenu est repris dans 1 l d'éthanol bouillant et, après refroidissement, il est essoré et  
20 séché pour donner des cristaux rouge brique.

(Benzyloxy-4 phényl) hydrazones : composés l b et ld.

Le chlorhydrate de la benzyloxy-4 aniline finement pulvérisé (235,5 g - 1 mole) est mis en suspension dans 500 ml d'acide chlorhydrique N; le mélange  
25 résultant est refroidi à 0°C puis traité successivement par le nitrite de sodium et l'énamine voulue (N-morpholino-1 cyclohexène ou méthyl-4-N-morpholino-1- cyclohexène) dans les mêmes conditions que pour former la et lb.

30 Les caractéristiques des composés la, lb, lc et ld sont données au tableau II.

TABLEAU II.  
Composés 1a - 1b - 1c - 1d

5		F°C (a)	Rdt %	<u>Analyses</u>		
				c	calculé %	
				t	trouvé %	
					C	H N
10	<u>1a</u> <sup>+</sup>	204-5 déc.	85	c	67,22	6,94 : 12,06
				t	67,28	6,82 : 12,02
	<u>1b</u>	161-2	76	c	74,00	6,54 : 9,09
				t	73,70	6,32 : 9,21
15	<u>1c</u>	159-60 déc.	77	c	68,27	7,37 : 11,37
				t	68,57	7,23 : 11,58
	<u>1d</u>	165	82	c	74,51	6,88 : 8,69
				t	74,38	6,65 : 8,74

20 + : Composé déjà décrit par V.I. Shvedov, L.B. Altukhova et A.N. Grinev Chemical Abstracts (1965) 63 p. 6893 h.

(a) : Echantillons analytiques recristallisés dans l'éthanol.

25 IR :  $\nu_{\text{NH}}$  : 3220 à 3240,  $\nu_{\text{C=O}}$  : 1660 à 1665, N = C : 1490 à 1495, 1515 à 1520  $\text{cm}^{-1}$ .

EXEMPLE 2.

Oxo-1 tétrahydro-1,2,3,4 alkyloxy-6 carbazoles : composés 2a, 2b, 2c et 2d.

30 De l'acide sulfurique pur, d = 1,84 (196 g, 2 moles), d = 1,84 (196 g, 2 moles), est additionné à de l'éthanol absolu (2,5 l). En maintenant la solution chaude résultante sous agitation, on ajoute ensuite en une seule fois l'une des hydrazones obtenues à l'exem-  
35 ple 1 (1 mole). L'ensemble est chauffé à reflux pendant 2 à 4 heures, c'est-à-dire jusqu'à disparition totale

de la tache correspondant au composé de départ sur plaque de gel de silice, et on laisse refroidir. Le précipité formé est assoré et les eaux-mères, concentrées à 800 ml et complétées à 2 l avec de l'eau, sont laissées sous agitation pendant une nuit pour donner une petite fraction supplémentaire de la cétone attendue, à côté d'une huile visqueuse noire. L'ensemble du solide est lavé à l'éthanol puis recristallisé dans le solvant indiqué dans le tableau III, qui indique également les caractéristiques des produits obtenus.

TABLEAU III.  
Composés 2a - 2b - 2c - 2d

15	:	F°C	:	Rdt %	:	Solvant de: recristallisation	:	<u>Analyses</u>		
								c	:	calculé %
	:		:		:		:	t	:	trouvé %
	:		:		:		:		:	C : H : N
20	2a <sup>+</sup>	216-19	:	60	:	Ethanol	:	c	:	72,54 : 6,09 : 6,51
			:		:		:	t	:	72,34 : 6,22 : 6,51
	2b	211	:	40	:	Diméthyl formamide	:	c	:	78,33 : 5,88 : 4,81
			:		:		:	t	:	78,05 : 5,93 : 4,76
	2c	133-4 Eb/O,15	:	30	:	Ethanol	:	c	:	73,34 : 6,60 : 6,11
		214-40	:		:		:	t	:	73,49 : 6,56 : 6,24
25	2d	193	:	50	:	Xylène	:	c	:	78,66 : 6,27 : 4,59
			:		:		:	t	:	78,88 : 6,29 : 4,35

+ : Composé déjà décrit par B. Douglas, J.L. Kirkpatrick, B.P. Moore et J.A. Weisbach, Australian Journal of Chemistry (1964) 17, 246.

IR :  $\nu$  NH : 3220 à 3260,  $\nu$  C = O : 1630 à 1640 cm<sup>-1</sup>.

EXEMPLE 3.

Oxo-1 hydroxyméthylène-2-tétrahydro-1,2,3,4 alkyloxy-6 carbazoles : composés 3a, 3b, 3c et 3d.

Dans un tricol de 4 l muni d'un réfrigérant et d'un système d'agitation, on introduit l'un des com-

posés 2 obtenus à l'exemple 2 (1 mole) et le formiate d'éthyle (1300 ml - large excès), puis on ajoute progressivement l'hydrure de sodium à 50 % dans l'huile (48 g - 2 moles). Il se produit une réaction exothermique qui amène le formiate d'éthyle au reflux et, après 30 minutes sous agitation, on ajoute à nouveau 48 g d'hydrure de sodium et on continue la réaction pendant encore 30 minutes. Le mélange réactionnel refroidi est versé dans 2,5 l d'eau glacée; le mélange résultant est acidifié par l'acide chlorhydrique. Le précipité formé est filtré, lavé à l'eau, séché et recristallisé dans le solvant indiqué au tableau IV pour donner des cristaux jaunes. Les caractéristiques des produits 3 sont indiqués au tableau IV.

15

TABLEAU IV.

Composés 3a - 3b - 3c et 3d

20

25

30

	F°C	Rdt %	Solvant de recristal- lisation	c t	Analyses		
					calculé %	trouvé %	
					C	H	N
3a	165- 170	85	Méthanol/ eau 60/40 v/v	c	69,16	5,39	5,76
				t	69,39	5,46	5,48
3b	190	95	Acide acétique	c	75,22	5,37	4,38
				t	75,50	5,50	4,12
3c	175-7	86	Benzène	c	70,00	5,88	5,44
				t	70,13	5,70	5,29
3d	178-82 déc.	77,5	Xylène	c	75,65	5,74	4,20
				t	75,82	5,96	3,92

IR.:  $\nu_{OH}$  : 3200 à 3280,  $\delta_{OH}$  : 1110,  $\nu_{C=O}$  : 1625 à 1635,  $\nu_{C=CHOH}$  : 1565 à 1586,  $\nu_{C-O}$  : 1250 à 1275 et 1325 à 1335  $cm^{-1}$ .

35

EXEMPLE 4.

Oxo-1 isopropyloxy méthylène-2-tétrahydro-1,2,3,4 alkyl-oxy-6 carbazoles : composés 4a, 4b, 4c, 4d.

Dans un tricol de 4 l on introduit l'un des dérivés hydroxyméthyléniques obtenus à l'exemple 3 (1 mole), le diméthylformamide fraîchement rectifié (960 ml) et le carbonate de potassium sec (498 g - 3,5 moles).

A ce mélange maintenu sous agitation et refroidi en dessous de 5°C par un bain de glace, on ajoute progressivement l'iodure d'isopropyle (840 g - 5 moles). Après la fin de l'addition, on continue l'agitation aux environs de 0°C pendant 6 heures et on laisse enfin revenir à la température ambiante. Le précipité est essoré, lavé à l'acétone et le filtrat est évaporé. Le résidu de l'évaporation et le solide filtrés sont repris séparément dans l'eau, les précipités formés sont essorés et réunis pour être recristallisés dans le solvant indiqué dans le tableau V. Les éthers isopropyliques attendus se présentent sous la forme de paillettes ou aiguilles jaunes. Leurs caractéristiques sont indiquées au tableau V.

TABLEAU V.

Ethers isopropyliques 4a - 4b - 4c et 4d

	F°C	Rdt %	Solvant de recrystal- lisation	Analyses		
				c	: calculé %	t : trouvé %
25					C	H : N
4a	187-95	84	Ethanol	c	71,56	6,71 : 4,91
				t	71,75	6,94 : 4,75
30 4b	198	60	Xylène	c	76,43	6,41 : 3,88
				t	76,14	6,62 : 3,97
4c	167	67	Méthanol ou cyclo- hexane	c	72,20	7,07 : 4,68
				t	71,96	6,88 : 4,67
35 4d	146-55	60	Cyclo- hexane	c	76,72	6,71 : 3,73
				t	76,95	6,72 : 3,41

## TABLEAU V (suite)

IR :  $\text{C}=\text{O}$  : 1650 à 1655,  $\text{CH}-\text{O}$  : 1570 à 1580  $\text{cm}^{-1}$   
 RMN : DMSO  $d_6$  : 1,25 à 1,4 d ( $\text{CH}_3$ ,  $J \text{ CH}_3-\text{CH} = 6 \text{ Hz}$ );  
 2,1 à 2,4 massif ( $\text{CH}$ ); 4,3 à 4,45 multiplet ( $\text{CH}$ ,  
 5  $J = 6 \text{ Hz}$ ).

EXEMPLE 5.

Méthyl-1 formyl-2 dihydro-3,4 alkyloxy-6 carbazoles :  
composés 5a, 5b, 5c, 5d.

L'un des éthers isopropyliques obtenus à l'ex-  
 10 xemple 4 (0,175 mole) placé dans un tricol de 2 l pro-  
 tégé de l'humidité est dissous dans l'éther anhydre  
 (600 ml). A ce mélange refroidi par un bain de glace et  
 maintenu sous agitation, on ajoute progressivement le  
 méthyl-lithium (538 ml d'une solution étherée dosée à  
 15 1,3M, soit 0,7 mole). La coloration rouge foncé obser-  
 vée au début disparaît vers la fin de l'addition et, a-  
 près 30 minutes supplémentaires d'agitation, le mélange  
 réactionnel est versé dans une solution saturée de chlo-  
 rure d'ammonium (2 l). Le mélange résultant est extrait  
 20 à l'éther en plusieurs fois et les couches organiques  
 réunies sont agitées pendant 15 minutes en présence de  
 200 ml d'acide chlorhydrique 6N, ce qui provoque la  
 formation d'un précipité brun-noir. On ajoute ensuite  
 une solution d'hydroxyde de sodium jusqu'à pH alcalin,  
 25 le précipité se redissout en grande partie et l'ensem-  
 ble est extrait à l'éther ou au chloroforme, jusqu'à é-  
 puisement. L'ensemble de la couche organique est lavé  
 avec une solution de soude N, puis à l'eau. Après sé-  
 chage sur carbonate de potassium, le solvant est évapo-  
 30 ré pour donner un résidu solide. Dans le cas des déri-  
 vés 5a, 5b et 5c, ce solide est repris dans le minimum  
 de benzène, essoré, puis recristallisé dans le solvant  
 indiqué au tableau VI.

En ce qui concerne le dérivé 5d, il a été pu-  
 35 rifié par chromatographie sur colonne de gel de silice,  
 avec le chlorure de méthylène comme solvant d'élution et

en suivant l'évolution de la chromatographie sur plaques. Après évaporation des fractions contenant l'aldéhyde attendu presque pur, le résidu est recristallisé. Les composés 5 se présentent sous la forme de cristaux jaunes. Leurs caractéristiques sont indiquées au tableau VI.

EXEMPLE 6.

Méthyl-1 formyl-2 alkyloxy-6 carbazoles : composés 6a, 6b, 6c, 6d.

10 Dans un tricol de 4 l muni d'un dispositif d'agitation mécanique et d'un réfrigérant, on introduit l'un des dihydrocarbazoles 5 obtenus à l'exemple 5 (0,1 mole), le benzène sec (2 l) et on chauffe à l'ébullition pour homogénéiser. On ajoute ensuite, en une seule  
15 fois, le dioxyde de manganèse actif (15) (110 g - 1,26 mole), on chauffe à reflux pendant 30 minutes en maintenant sous agitation et on filtre sous hotte. Le dioxyde de manganèse est lavé jusqu'à épuisement (acétone ou chloroforme selon les cas, au besoin à chaud). L'ensem-  
20 ble du filtrat est évaporé à sec et le résidu est recristallisé pour donner des aiguilles ou prismes jaunes. Les caractéristiques des composés 6 sont indiquées au tableau VII.

EXEMPLE 7.

25 Acides trans- $\beta$  / (méthyl-2 alkyloxy-6 carbazolyl)-2\_7-acryliques : composés 7a - 7b - 7c et 7d.

L'un des aldéhydes 6 obtenus à l'exemple 6 est dissous dans la pyridine sèche (800 ml) contenant de la pipéridine (3 ml) et l'ensemble est chauffé au reflux. A  
30 ce mélange, on ajoute de l'acide malonique (22,9 g - 0,22 mole), on continue le chauffage au reflux pendant 15 minutes et on répète encore deux fois ce traitement par l'acide malonique, dont le total ajouté est donc de 0,66 mole. Après évaporation du solvant, le résidu solide est repris dans l'eau, essoré, lavé à l'eau et à l'acétone,  
35 séché et recristallisé ou simplement "digéré"

Méthyl-1-1-formyl-2-dihydro-3,4-alkyloxy-6 carbazoles 5a - 5b - 5c - 5d

				RMN/DMSO d6		Analyses			
		Solvant de :				c : calculé %			
F°C	Rdt %	recristal-	CH <sub>3</sub> -1	CHO-2	CH <sub>3</sub> -4	NH-9	t		
		lisation					trouvé %		
								C	H
									N
5a	194 : 80	Xylène	2,5	10,6	-	8,6			
							c : 74,66	6,27	5,81
							t : 74,72	6,18	5,85
5b	158 : 76	Benzène	2,55	10,15	-	11,3			
							c : 80,89	6,17	3,93
							t : 80,85	6,49	3,97
5c	208 : 86	Xylène	2,5	10,5	d 1,25 : J=6,5Hz	8,4			
							c : 75,27	6,71	5,49
							t : 75,58	6,79	5,29
5d	78-80 : 96,5	Benzène	2,45	10,6	d 1,2 : J=6,5Hz	8,7			
							c : 81,08	6,48	3,78
							t : 80,90	6,33	3,51

$\neq$  calculé pour  $C_{21}H_{19}NO_2$ ;  $1/2 C_6H_6$

IR:  $\nu_{\text{C}=\text{O}}$  : 1605 à 1620  $\text{cm}^{-1}$ .



TABLEAU VII.

Méthyl-1 formyl-2 alkyloxy-6 carbazoles : 6a - 6b - 6c et 6d

F° C	Rdt %	Solvant de : recristal-	RMN/DMSO d6			Analyses		
			CH <sub>3</sub> -1	CHO-2	CH <sub>3</sub> -4	NH-9	c : calculé %	t : trouvé %
6a	174	70	2,9	10,4	-	11,3	75,30	5,40
6b	205	73	2,9	10,5	-	11,5	75,37	5,65
6c	162-4	50	2,8	10,45	2,8	10,15	79,88	4,99
6d	162-4	50	2,85	10,8	2,8	11,8	79,92	5,32

IR :  $\nu_{C-O}$  : 1650 à 1675 cm<sup>-1</sup>\* calculé pour C<sub>22</sub> H<sub>19</sub> NO<sub>2</sub> , 1/2 C<sub>8</sub> H<sub>10</sub>

dans l'acide acétique pour donner des microcristaux jaunes. Les caractéristiques des composés 7 sont indiquées au tableau VIII.

TABLEAU VIII.

5	Acides acryliques 7a - 7b - 7c et 7d					
	F°C	Rdt %	RMN/DMSO d6	Analyses		
10			$\text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$ (J=16Hz)	c : calculé %	t : trouvé %	
				C	H	N
7a	293-5	90	6,5 - 8,15	c : 70,33	5,56	4,83 <sup>a</sup>
	déc			t : 70,43	5,31	4,82
15	265-6	88,5	6,55- 8,2	c : 77,29	5,36	3,92
				t : 77,26	5,07	3,83
7c	288-98	66	6,6 - 8,15	c : 73,20	5,80	4,74
	déc			t : 72,88	5,78	4,34
20	258-64	75	6,5 - 8,1	c : 77,6	5,70	3,77
	déc			t : 77,37	5,50	3,49

(a) Analyse calculée pour  $\text{C}_{17} \text{H}_{15} \text{N O}_3, 1/2 \text{H}_2\text{O}$

IR :  $\nu_{\text{OH}}$  : 3400, bande large de 2200 à 3200;  $\nu_{\text{C}=\text{O}}$  : 1660 à 1665;  $\delta_{\text{OH}}$  : 930 à 940  $\text{cm}^{-1}$ .

#### EXEMPLE 8.

Trans- $\beta$  / (méthyl-2 alkyloxy-6 carbazoly1)-2\_7-acrylazides : composés 8a - 8b - 8c et 8d.

Le mélange constitué par l'un des acides acryliques 7 obtenus à l'exemple 7 (0,1 mole), la triéthylamine (11,1 g - 0,11 mole) et l'acétone (260 ml) est refroidi à 0°C dans un bain de glace et de sel. Le chloroformiate d'éthyle (14,75 g - 0,136 mole) en solution dans l'acétone (90 ml) est ensuite ajouté goutte à goutte, sous agitation et à 0°C, et, 1 heure après la fin de l'addition, le mélange hétérogène résultant main-

tenu à 0°C est traité par l'azoture de sodium (9,75 g - 0,15 mole dissous dans le minimum d'eau), lui-même additionné goutte à goutte à 0°C. Une heure après la fin de l'addition, le bain réfrigérant est enlevé, et, lorsque le mélange est revenu à la température ambiante, il est versé dans l'eau, essoré, lavé à l'eau puis avec un peu d'acétone. Après séchage, les azides ainsi formés se présentent sous la forme de microcristaux qui ont été employés dans la réaction suivante sans autre purification.

EXEMPLE 9.

Dihydro-1,2 oxo-1 méthyl-5 alkyloxy-9 (6 H) pyrido[4,3-b] carbazoles : composés 9a, 9b, 9c et 9d.

Dans un tricol muni d'une ampoule à addition, d'un thermomètre plongeant et d'une agitation mécanique, on introduit du diphényléther (180 ml) et de tributylamine (4,1 g - 22 mmoles). A ce mélange chauffé à 240°C et constamment maintenu à cette température, l'un des azides 8 obtenus à l'exemple 8 (20 mmoles), dispersé dans le diphényl-éther chauffé à 50°C (50 ml), est ajoutée progressivement, sous violente agitation. Après la fin de l'addition, l'ensemble est maintenu à 240-250°C pendant 20 minutes, environ la moitié du diphényl-éther est distillé sous pression réduite et le solide formé après refroidissement et addition de benzène (100 ml) est essoré. Les pyrido[4,3-b] carbazoles 9 sont ensuite recristallisés dans le solvant indiqué au tableau IX. Toutefois, dans le cas de 9a, la purification est facilitée par un traitement préalable avec une solution de potasse N bouillante qui permet d'éliminer une petite quantité de l'acide 7a. La présence de ce dernier s'explique par sa faible solubilité qui, dans les conditions expérimentales utilisées, est à l'origine de sa transformation incomplète en azide correspondant 8a. Les caractéristiques des produits 9 sont indiquées au tableau IX.

EXEMPLE 10.

Chloro-1 méthyl-5 (6H) alkyloxy-9 pyrido [4,3-b] carbazoles : composés 10a - 10b - 10c et 10d.

L'un des dihydro-1,2 oxo-1 méthyl-5 pyrido  
5 [4,3-b] carbazoles 9 obtenus à l'exemple 9 (20 mmol-  
les), est mis en suspension dans l'oxychlorure de phos-  
phore (1 l) et l'ensemble est chauffé au reflux, sous  
agitation. Généralement, il y a dissolution, précipita-  
tion d'un solide et finalement redissolution de ce der-  
10 nier. Après le temps de reflux indiqué au tableau X, l'-  
excès d'oxychlorure est éliminé sous pression réduite  
et le solide résiduel est repris dans l'eau, en présen-  
ce de chloroforme.

A ce mélange maintenu sous agitation à la tem-  
15 pérature ambiante, on ajoute une solution de soude N  
jusqu'à pH alcalin et on agite jusqu'à disparition de  
la coloration rouge et persistance d'une coloration  
jaune. Le précipité est essoré, la phase chloroformique  
est évaporée, le résidu est joint au précipité et le  
20 tout est recristallisé dans le solvant indiqué au ta-  
bleau X. Celui-ci rassemble aussi les caractéristiques  
des composés 10.

TABLEAU IX.

Dihydro-1,2 oxo-1 méthyl-5 alkyloxy-9 (6H) pyrido [4,3-b\_7] carbazoles 9a, 9b, 9c et 9d.

F° C	Rdt %	Solvant de recristallisation	RMN/DMSO d6		Analyses		
			NH-2	CH <sub>3</sub> -5	N H-9:CH <sub>3</sub> -11:	c : calculé % t : trouvé %	C : H : N
9a : 297-302	47	Acide acétique	11,2	2,7	11,45	-	c : 73,36 : 5,07 : 10,02 t : 73,54 : 5,06 : 9,96
9b : 258	72	Dioxanne	11,2	2,7	11,5	-	c : 74,17 ≠ : 5,41 : 7,52 t : 74,32 : 5,56 : 7,39
9c : 292-8	59	Dioxanne	11,15	2,6	11,6	3,5	c : 73,95 : 5,52 : 9,58 t : 73,55 : 5,51 : 9,22
9d : 268-70	30	Dioxanne	10,6	2,6	11,1	2,6	c : 76,37 ≠ : 5,61 : 7,42 t : 76,67 : 5,58 : 7,45

IR : ν<sub>NH</sub> et OH : 2800 - 3350; ν<sub>C=O</sub> : 1635 à 1650 cm<sup>-1</sup>≠ Calculé pour C<sub>23</sub>H<sub>18</sub>N<sub>2</sub> O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O      ≠ Calculé pour C<sub>24</sub> H<sub>20</sub> N<sub>2</sub> O<sub>2</sub>, 1/2 H<sub>2</sub>O

TABLEAU X.

Chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b]carbazoles

10a - 10b - 10c et 10d									
5	:	:	Solvant de	Analyses					
	:	F°C:Rdt	%:recristal-	:	c	:	calculé	%	
	:	:	lisation	:	t	:	trouvé	%	
	:	:	:	:	:	:	C	H	N Cl
10	10a	264	73	Acétate	c	:	68,80	4,38	9,44:11,97
				d'éthyle	t	:	68,52	4,40	9,25:11,84
	10b	248-	88	Ethanol	c	:	72,82	5,05	7,08: 8,97
		50		puis	t	:	72,70	4,82	6,96: 9,11
15	10c	241-	25	Xylène	c	:	69,56	4,83	9,02:11,43
		5			t	:	69,80	5,07	9,28:11,68
	10d	221-	70	Xylène	c	:	74,51	4,91	7,24: 9,18
		2			t	:	74,67	5,12	7,32: 9,02

≠ Calculé pour  $C_{23}H_{17}ClN_2O$ ,  $1/2 C_2H_5OH$ .

# 20 EXEMPLES 11 à 28.

Amino alkylamino-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b]carbazoles : composés 11 à 28.

25 A l'un des composés chlorés 10 obtenus à l'exemple 10 (500 mg), on ajoute 8 ml ou 8 g de l'amine voulue de formule  $NH_2-R_1$  et ce mélange est chauffé à la température et pendant les temps indiqués au tableau XI. Après évaporation de l'excès d'amine sous vide variant de 15 à 0,5 mm de Hg suivant les cas, le résidu est repris dans 100 ml d'une solution d'hydroxyde de sodium

30 0,5 N et le solide obtenu est essoré, séché puis recristallisé. Les conditions de la réaction et les caractéristiques des composés de l'invention sont indiquées au tableau XI.

35 On a préparé le bimaléate du composé 27 selon le mode opératoire ci-après :

On a dissous le composé 27 dans de l'alcool.

Séparément on a dissous dans de l'alcool 2 quantités équimolaires d'acide maléique avec un excès de 10 %. On a mélangé les deux solutions. On a porté à l'ébullition quelques instants puis on a laissé refroidir. Le composé obtenu, c'est-à-dire le composé qui cristallise est le bimaléate du composé 27, dont le point de fusion est environ 170°C.

EXEMPLES 29 et 30.

γ-diéthylamino-propylamino-1-méthyl-5(et diméthyl-5,11)-hydroxy-9 pyrido [4,3-b]carbazoles : composés 29 et 30, respectivement.

Au composé benzyloxylé 24 ou 28 (1 mmole) dissous dans 100 ml d'éthanol maintenu dans un bain-marie chauffé à 50-55°C, on ajoute 40 mg de charbon palladié à 30 % et on agite sous atmosphère d'hydrogène à la pression normale pendant 4 heures. Le catalyseur est filtré, le solvant évaporé et le résidu recristallisé dans le xylène en donnant des microcristaux jaune clair (tableau XI).

20 EXEMPLE 31.

Le mélange constitué par le dihydro-1,2 oxo-1 méthyl-5 méthoxy-9 pyrido [4,3-b] carbazole 9a (5 g - 18 mmoles) et le chlorhydrate de pyridine (50 g) est chauffé à 220-225°C pendant 30 minutes et versé dans l'eau glacée. Le précipité formé est essoré, lavé à l'eau et recristallisé dans l'éthanol en présence de charbon actif pour donner 2,6 g (55 %) de microcristaux beiges, infusibles à 350°C.

Analyse : calculé % pour C<sub>16</sub> H<sub>12</sub> N<sub>2</sub> O<sub>2</sub> :

30	C : 72,71	H 4,38	N 10,60
	trouvé %	72,57	4,34 10,49

L'invention procure donc des produits de la famille des ellipticines portant divers substituants, aussi bien sur leur cycle A que sur leurs sommes 11 et 1.

35 Les nouveaux composés présentent des activités cytotoxiques sur cellules en culture et une activité antitumora-

le sur leucémie L 1210 très prononcées. Les composés selon l'invention possèdent également un pouvoir protecteur sur la leucémie viro-induite de Friend (J. Exp. Méd. 1957 - 105, 307-318); ce sont donc également des agents antiviraux et antitumoraux.

#### Essais pharmacologiques.

Les composés selon l'invention testés dans les essais ci-après ont été utilisés sous la forme de solutions aqueuses <sup>préparées</sup> en présence d'une quantité suffisante d'acide pour solubiliser le composé considéré, sauf stipulation contraire.

Essai 1: Etude des propriétés antitumorales des composés de l'invention sur la leucémie L 1210

#### A - Mesure du temps de survie.

Les propriétés antitumorales ont été déterminées d'après l'action curative sur la leucémie expérimentale greffée L 1210. Cette leucémie a été entretenue sur des souris B<sub>6</sub>D<sub>2</sub>F<sub>1</sub> (C 57 B1/6 x DBA/2) F<sub>1</sub> à raison de six ou dix souris par lot expérimental. Les composés à tester ont été injectés par voie intrapéritonéale un ou plusieurs jours après la greffe des cellules (1 seule injection). Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau XII. On a déterminé l'intervalle de mort, le premier chiffre du tableau indiquant la date de la première souris morte et le second la date de la dernière souris morte. On a également mesuré la moyenne du temps de survie (MST). Une valeur caractéristique est le pourcentage d'augmentation du temps de survie (ILS %). Cette valeur (Cancer. Res. 1971, 31, 1883 - 1887) est le rapport :

$$\text{ILS \%} = \frac{S^t - S^c}{S^c} \times 100$$

où  $S^t$  = survie des animaux traités et  
 $S^c$  = survie des animaux témoins.

Les résultats du tableau XII montrent que les produits selon l'invention possèdent des propriétés antitumorales.





TABLEAU XI.  
Substitution des chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b]carbazoles

10a - 10b - 10c et 10d - Dérivés 11 à 30

Produit de départ	Composé obtenu	F° C	Rdt %	Conditions de la réaction : temps et température	Solvant de recristallisation
10a	11	180-185		2 heures reflux	méthanol acétonitrile
-	12	190	71	1 heure reflux	méthanol acétonitrile
-	13	230-238 : (déc)	48	45 minutes reflux	méthanol acétonitrile
-	14	115 env.	82	45 minutes reflux	méthanol acétonitrile 1/1 v/v
-	15	210-15	61,5	45 minutes reflux	méthanol acétonitrile 1/1 v/v
-	16	235-40	63	19 heures reflux	éthanol acétonitrile 1/1 v/v
-	17	195-200	84	7 heures reflux	éthanol acétonitrile 1/1 v/v
-	18	185-7	23	2 heures reflux	benzène acétonitrile
-	19	74-75	40	5 heures reflux/N <sub>2</sub> à l'obs- curité	cyclohexane
-	20	190-5	73,5	1 heure à 150°C	xylène

TABLEAU XI (suite)

Substitution des chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b] carbazoles

10a - 10b - 10c et 10d - Dérivés 11 à 30

Produit de départ	Composé obtenu	Formule brute du composé analysé (solvant associé)	Analyses			
			c	t	calculé %	trouvé %
			C	H	N	
10a	11	$C_{19}H_{20}N_4O$ (1/2 $N_2O$ )	c : 69,30	: 6,38	: 17,02	
			t : 68,88	: 6,29	: 17,13	
-	12	$C_{20}H_{22}N_4O$ ( $CH_3CN$ )	c : 70,37	: 6,71	: 18,65	
			t : 70,21	: 6,69	: 18,80	
-	13	$C_{21}H_{24}N_4O$ (1/2 $CH_3CH, 1H_2O$ )	c : 70,12	: 7,30	: 16,73	
			t : 69,96	: 6,98	: 16,76	
-	14	$C_{22}H_{26}N_4O$ (1/2 $CH_3CN, 3H_2O$ )	c : 67,39	: 7,45	: 15,38	
			t : 67,76	: 7,35	: 15,57	
-	15	$C_{23}H_{28}N_4O$ (1/2 $H_2O$ )	c : 71,68	: 7,27	: 14,54	
			t : 71,50	: 7,57	: 14,63	
-	16	$C_{21}H_{24}N_4O$ (1/2 $H_2O$ )	c : 70,59	: 7,00	: 15,68	
			t : 70,69	: 6,87	: 15,57	

TABLEAU XI (suite)

Substitution des chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b] carbazoles

10a - 10b - 10c et 10d - Dérivés 11 à 30

Produit de départ	Composé obtenu	Formule brute du composé analysé (solvant associé)	Analyses			
			c : calculé %	t : trouvé %	C	H : N
10a	17	$C_{22}H_{26}N_4O (H_2O)$	c : 69,47	c : 7,36 : 14,73	7,41	13,97
-	18	$C_{24}H_{30}N_4O (CH_3CN)$	c : 72,36	c : 7,71 : 16,23	7,73	15,80
-	19	$C_{26}H_{34}N_4O (H_2O)$	c : 71,52	c : 8,31 : 12,83	8,32	12,45
-	20	$C_{27}H_{36}N_6O (1/4 C_8H_{10})$	c : 71,53	c : 7,91 : 17,26	7,92	17,46
-	21	$C_{22}H_{23}N_3O$	c : 76,49	c : 6,71 : 12,17	6,91	12,11
10b	22	$C_{27}H_{28}N_4O$	c : 76,38	c : 6,65 : 13,20	6,62	12,70
-	23	$C_{26}H_{26}N_4O (1/2 C_2H_5 OH)$	c : 74,82	c : 6,69 : 12,93	6,59	12,49
-	24	$C_{30}H_{34}N_4O$	c : 77,22	c : 7,35 : 12,01	7,33	11,73

TABLEAU XI (suite)

Substitution des chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b] carbazoles

10a - 10b - 10c et 10d - Dérivés 11 à 30

Produit de départ :	Composé obtenu :	Formule brute du composé analysé (solvant associé)	Analyses			
			c :	t :	calculé %	trouvé %
10c	25	C <sub>21</sub> H <sub>24</sub> N <sub>4</sub> O (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, 2 H <sub>2</sub> O)	c : 64,16	t : 7,96	64,16	7,96
-	26	C <sub>23</sub> H <sub>28</sub> N <sub>4</sub> O (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH)	c : 71,06	t : 8,11	71,06	8,11
-	27	C <sub>25</sub> H <sub>32</sub> N <sub>4</sub> O	c : 74,22	t : 7,97	74,22	7,97
10d	28	C <sub>31</sub> H <sub>36</sub> N <sub>4</sub> O	c : 77,46	t : 7,55	77,46	7,55
24	29	C <sub>23</sub> H <sub>28</sub> N <sub>4</sub> O (1/2 H <sub>2</sub> O)	c : 71,69	t : 7,58	71,69	7,58
28	30	C <sub>24</sub> H <sub>30</sub> N <sub>4</sub> O (H <sub>2</sub> O)	c : 70,56	t : 7,90	70,56	7,90

TABLEAU XI.  
Substitution des chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b] carbazoles

10a - 10b - 10c et 10d - Dérivés 11 à 30

Produit de départ	Composé obtenu	F°C	Rdt %	Conditions de la réaction : temps et température	Solvant de recristallisation
<u>10a</u>	21	:220	: 64	: 15 heures reflux	: éthanol
<u>10b</u>	22	:228	: 54	: 22 heures reflux	: cyclohexane benzène 1/1 v/v
-	23	:230-2	: 45	: 1 heure 20 reflux	: xylène
-	24	:207-14	: 78,5	: 2 heures 30 reflux	: éthanol
<u>10c</u>	25	:210	: 38	: 30 minutes reflux	: benzène
-	26	:227	: 51,5	: 6 heures reflux	: éthanol
-	27	:156	: 47	: 1 heure reflux	: cyclohexane
<u>10d</u>	28	:175	: 50	: 1 heure 30 reflux	: xylène
24	29	:218-24	: 85	:	: xylène
28	30	:125	: 62	:	: xylène

TABLEAU XII.  
Effet des composés de l'invention sur la leucémie L1210 in vivo

	Composé N°	Dose mg/kg	Jour d'inocu- lation	Intervalle de mort (souris)	MST	ILS %	Souris : survivantes
$10^5$ cellules	Témoins	-	-	9 - 13	10,5		
	9-MeO <sup>+</sup>	87,5	+ 1	13 - 15	13,3	26,6	
		35	+ 1	11 - 13	11,3	7,6	
		17,5	+ 1	10 - 13	11,2	6,6	
$10^5$ cellules	Témoins	-	-	10 - 13	11,6	-	
	9-MeO <sup>+</sup>	20	+ 2	15 - 21	17,6	51,7	
	9-MeO <sup>+</sup>	20	+ 3	18 - 26	20,9	80	
$10^5$ cellules	18	20	+ 3	13 - 19	16,1	38,8	-
	19	20	+ 4	11 - 16	12,4	19,2	-
	19	10	+ 4	11 - 16	13	25	-
	29	20	+ 4	10 - 15	12,4	19,2	-
	29	10	+ 4	15 - 17	16,2	55,8	-

TABLEAU XII (suite)  
Effet des composés de l'invention sur la leucémie LL210 in vivo

	Composé N°	Dose mg/kg	Jour d'inocu- lation	Intervalle de mort (souris)	MST	ILS %	Souris : survivantes
$10^5$							
cellules							
	25	20	+ 4	8 - 12	9,6	-	-
	25	10	+ 4	12 - 13	12,6	21,1	-
	26	20	+ 4	16 - 19	17,4	67,3	-
	26	10	+ 4	12 - 16	14,4	38,5	-
	27	20	+ 4	17 - 23	20,2	94,2	-
	27	10	+ 4	16 - 27	20	92,3	-
	27	15	+ 1	17 - 43	24	128,6	-
	27	20	+ 3	10 - 30	16,5	42,7	-
	27	10	+ 3	12 - 31	17,3	49,4	-
++	27	15	+ 1	19 - 35	25	134	
++	27	20	+ 1	20 - 31	25,5	102,4	4
++	27	15	+ 1	20 - 32	26	104,7	4

+ : méthoxy-ellipticine

++ : lot expérimental de six souris.

Dans les essais rapportés ci-dessus, on a choisi comme composé de référence la 9-méthoxy ellipticine utilisée en clinique humaine dans le traitement des leucémies myéloïdes aiguës. Ce composé présente une augmentation du temps de survie (ILS) de 26 % à la dose la plus proche de la dose toxique, alors, que dans les mêmes conditions, un composé de l'invention, tel que le composé 27, fournit une valeur ILS de 134 %.

B - Effet du jour d'inoculation.

On a opéré sur des lots expérimentaux de six souris selon le mode opératoire défini précédemment, en injectant  $10^5$  cellules au jour  $J_0$  et en utilisant le composé 27 selon l'invention et en faisant varier le jour d'inoculation du composé 27 d'un lot à l'autre. Le composé 27 a été inoculé à la dose de 15 mg/kg de souris. Comme dans l'essai ci-dessus on a déterminé l'intervalle de mort, mesuré la moyenne du temps de survie (MST) et calculé le pourcentage d'augmentation du temps de survie (ILS %) selon la formule définie ci-dessus. Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau XIII ci-après.

TABLEAU XIII

Effet du jour d'inoculation du composé 27

	: Jour d'inoculation	: Intervalle de mort	: Moyenne du temps de survie	: ILS %	: Survivantes
25	Témoin : -	: 10 - 14	: 11,5	: 0	: 0
	Composé 27 : $J_0(+3h)$	: 16 - 25	: 20,7	: 80	: 0
30	" : J+1	: 15 - 29	: 21	: 82,6	: 2
	" : J+2	: 15 - 35	: 21,7	: 88,7	: 0
	" : J+3	: 13 - 25	: 18	: 56,5	: 0
	" : J+4	: 14 - 20	: 16	: 39,1	: 0

Les résultats ci-dessus montrent que le composé 27 est plus actif un jour après la greffe des cellules (2 souris survivantes sur 6 souris traitées); ceci



signifie que le composé 27 est plus actif vis-à-vis des cellules en division. Au jour J+2 le composé 27 présente encore une forte activité (ILS % = 88,7) alors que le nombre de cellules a fortement augmenté, ce qui explique la baisse d'activité apparente du composé 27 aux jours J+3 et J+4 qui est due au nombre croissant de cellules tumorales dans le péritoine de l'animal.

#### C - Relation dose/effet.

On a opéré sur des lots expérimentaux de six souris selon le mode opératoire défini précédemment. On a injecté  $10^5$  cellules au jour Jo; l'inoculation a été réalisée au jour J+1 avec le composé 27 à des doses de 5 mg/kg; 10 mg/kg; 15 mg/kg et 20 mg/kg. On a déterminé l'intervalle de mort, mesuré la moyenne du temps de survie (MST) et calculé le pourcentage d'augmentation du temps de survie (ILS %) selon la formule définie ci-dessus. Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau XIV ci-après :

TABLEAU XIV

		<u>Relation dose/effet</u>				
		: Dose	: Intervalle	: Moyenne	ILS %	: Survi-
		: mg/kg	: de mort	: du temps		: vantes
		:	:	: de		:
		:	:	: survie	:	:
25	Témoin	-	: 10 - 12	: 10,7	-	: 0
	Composé					
	27	: 5	: 16 - 24	: 19,3	: 80,4	: 0
	"	: 10	: 14 - 21	: 16,8	: 57	: 0
	"	: 15	: 13 - 31	: 21	: 96,3	: 0
	"	: 20	: 15 - 25	: 18,8	: 75,7	: 1

Les résultats du tableau XIV montrent que l'activité du composé 27 est proportionnelle à la dose inoculée. Si l'ILS calculée pour la dose de 20 mg/kg paraît inférieure à celle obtenue à la dose de 15 mg/kg c'est que dans le calcul n'entre pas la souris définitivement guérie.

Essai 2 : Etude cytotoxique "in vitro" des composés de

40.

l'invention sur des cellules de la leucémie viro-induite de Friend de la souris (J. Exp. Med. 1957, 105, p. 307-318).

L'activité antitumorale a été mesurée sur une lignée tumorale dérivée de la leucémie murine due au virus de C. Friend.

Les cellules tumorales se multiplient en suspension dans le milieu RPMI 1640 [catalogue de GIBCO Bio-Cult-Ltd, Washington Road Sandyford Industrial Estate Paisley PA3 4EP Renfrewshire Scotland] additionné de 20 % de sérum de veau embryonnaire, de pénicilline et de streptomycine. Le temps de doublement de la culture est d'environ 11 heures. Le facteur de croissance est égal à 1 ou très voisin de 1 (toutes les cellules se multiplient).

Les cultures sont ensemencées au temps  $t = 0$  à la concentration de  $2 \times 10^5$  cellules par ml dans des boîtes Falcon contenant 4 ml de milieu. Vingt quatre heures plus tard, le produit à tester (en solution dans l'eau acétique) a été ajouté, au moment où les cellules sont en phase exponentielle de croissance. Vingt quatre heures après l'addition du produit, les cellules ont été dénombrées et le pourcentage de cellules vivantes déterminé par un test d'exclusion au bleu trypan.

On peut définir deux doses :

- 1) la dose létale 100 % (DL 100)
- 2) la dose létale 50 % (DL 50).

Les résultats sont indiqués dans le tableau

XV.

TABLEAU XV.

Etude cytotoxique "in vitro" des composés de l'invention  
sur des cellules de la leucémie de Friend de la souris

5		:	DL 100	:	DL 50	:	DL 50 HUM
			(conc. molaire)				DL 50 produit
10	Produit de ré-	:		:		:	
	férence : acé-	:		:		:	
	tométhylate-hy-	:		:		:	
	droxy-9-ellip-	:	8 . $10^{-7}$	:	3 . $10^{-7}$	:	1
	ticinium (HUM)	:		:		:	
15	Composés de	:		:		:	
	l'invention	:		:		:	
	11	:	2,5 . $10^{-7}$	:	$10^{-7}$	:	3
	12	:	7 . $10^{-7}$	:	2,5 . $10^{-7}$	:	1,5
	13	:	1,5 . $10^{-5}$	:	7 . $10^{-6}$	:	0,04
	14	:	1,5 . $10^{-6}$	:	5 . $10^{-7}$	:	0,6
	15	:	2 . $10^{-6}$	:	8 . $10^{-7}$	:	0,4
	16	:	3 . $10^{-6}$	:	8 . $10^{-7}$	:	0,4
	17	:	3 . $10^{-6}$	:	1,5 . $10^{-6}$	:	0,2
	18	:	1,5 . $10^{-6}$	:	5 . $10^{-7}$	:	0,6
	19	:	3 . $10^{-6}$	:	1,3 . $10^{-6}$	:	0,2
	21	:	$10^{-4}$	:	3,5 . $10^{-5}$	:	1,1
	23	:	9 . $10^{-7}$	:	3 . $10^{-7}$	:	1
	24	:	$10^{-5}$	:	3 . $10^{-6}$	:	0,1
	25	:	3 . $10^{-7}$	:	1,2 . $10^{-7}$	:	3
25	26	:	$10^{-6}$	:	4 . $10^{-7}$	:	0,75
	27	:	1,2 . $10^{-6}$	:	4,5 . $10^{-7}$	:	0,65
	29	:	4 . $10^{-8}$	:	1,7 . $10^{-8}$	:	18

30 Ces résultats montrent que la plupart des produits sont cytotoxiques à des concentrations comprises entre  $3 \cdot 10^{-6}$  et  $3 \cdot 10^{-7}$  M.

Trois composés (les composés 11, 25 et 29) sont plus actifs que les dérivés déjà connus, en particulier l'acétate de méthyl-2 hydroxy-9 ellipticinium  
35 servant de référence (HUM). Les autres composés sont

pratiquement aussi actifs que l'HUM.

Essai 3 : Etude cytotoxique "in vitro" sur des cellules de hamster et sur des cellules de la leucémie L 1210 de la série.

En particulier, on a utilisé la lignée BHK 21 de cellules de hamster et un clone dérivé de cette lignée, transformé par le virus du sarcome de hamster (clone HS5).

Après détachement par la trypsine, les cellules ont été mises en culture dans des boîtes de Petri en plastique de 35 mm de diamètre à la concentration de  $2.10^5$  cellules/boîte, dans un milieu de culture de "Eagle" additionné de "Bactotryptophosphate Broth Difco" et de 10 % de sérum de veau [M. STOKER et I. MAC-PHERSON Virology, 14, 1961, 359\_7].

Après 5 heures, les cellules ont été attachées sur un support plastique et on a ajouté les produits à tester dont les solutions ont été faites dans l'eau ou dans le DMSO (diméthyl-sulfoxyde) si le produit est peu soluble dans l'eau. Dans ce dernier cas, un témoin a été effectué avec la même concentration finale de DMSO dans le milieu de culture.

L'état des cellules a été examiné 24, 48 et 72 heures après.

Dans le cas des cellules L 1210, les essais ont été effectués en milieu gélifié par de l'agarose, les cellules L 1210 se multipliant en suspension.

Les résultats sont indiqués dans le tableau XVI.

Les résultats (tableau XVI) montrent clairement que les produits, à l'exception du produit 21, sont nettement cytotoxiques à des concentrations comprises entre 0,4 et 5  $\mu$ M, et que les produits les plus actifs, c'est-à-dire les composés 24 et 27, sont presque aussi actifs que le dipyrindo-indole de référence (BD40).

Les effets inhibiteurs sur les deux types de

cellules, normal et transformé, sont similaires.

On notera que le composé 21 n'entre pas dans le cadre de la formule générale des composés revendiqués.

5

# TABLEAU XVI

Dose minimale entraînant une inhibition complète de la croissance.

	11	12	13	14	15	16	17	18	21	24	25	27	Référence BD 40 <sup>+</sup>
10													
C13/8:1uM	2	2	2	2	1	1	5	>5					0,25
HS5	1	2	2	2	2	2	5	>5					0,25
L1210										0,4	0,9	0,6	0,2

15 + BD 40 = (8-diéthylaminopropyl)-amino-1-méthyl-5-dipyrido [4,3-b] [3,4-f]indole.

Essai 4 : Leucémie viro-induite : leucémie de Friend.

Les expériences ci-après ont porté sur le traitement des souris inoculées par le virus de la leucémie de Friend.

On a utilisé dans ces expériences des souris DBA<sub>2</sub>, mâles, âgées de 2 à 3 mois, d'un poids voisin de 20 g.

On a utilisé une souche Anémiant du virus de Friend (VFA) entretenue depuis plusieurs années au laboratoire. Le stock viral est constitué d'un surnageant acellulaire obtenu par centrifugation d'un broyat de rates leucémiques, effectué dans une solution de PBS-saccharose 0,5 M. Le titrage du stock se fait in vivo selon la méthode décrite par JASMIN et al. [J. Nah. Cancer Inst. 1974, 53, 469-474]. Le titre est exprimé en SD<sub>50</sub> (Spleen enlarging dose 50 %).

## A - Mesure de la splénomégalie.

1. - Protocole d'essai.

35 Le virus de Friend est injecté à la souris par voie intrapéritonéale. L'animal développe alors une

splénomégalie caractéristique. La mortalité apparaissant environ trois semaines après l'inoculation virale aux doses de virus employées habituellement, on a sacrifié les animaux le jour + 15 après l'infection, pour l'étude de la splénomégalie. Les rates sont prélevées puis pesées individuellement. Toute souris dont la rate avait un poids supérieur à 250 mg était considérée leucémique.

## 2 - Résultats.

10 Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau XVII ci-après. Ils montrent que le composé 27 selon l'invention présente un pouvoir protecteur sur la leucémie de Friend.

### B - Mesure du temps de survie

15 Dans une autre série d'essais on a suivi quotidiennement la mortalité des souris, auxquelles on a injecté le virus de Friend (UFA) par voie intrapéritonéale (dilution 1/800) et on a déterminé l'intervalle de mort, la moyenne du temps de survie et le pourcentage d'augmentation du temps de survie pour le composé 27  
20 selon l'invention inoculé au jour J+1 à la dose de 15 mg/kg.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau XVIII ci-après.

### 25 C - Relation dose/effet

On a opéré sur des lots expérimentaux de 10 souris, auxquelles on a injecté le virus VFA (dilution 1/800 - % de leucémies = 100 %) au jour Jo. On a ensuite injecté le composé 27 selon l'invention au jour J+1  
30 à des doses différentes selon les lots et on a déterminé l'intervalle de mort, la moyenne du temps de survie et le pourcentage d'augmentation du temps de survie.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau XIX ci-après. Ces résultats montrent que l'activité du composé 27 est proportionnelle à la dose inoculée.  
35

TABLEAU XVII  
Leucémie de Friend (mesure de la Splénomégalie)

Virus inoculé au jour 0	Dilution du virus	Composé essayé	Dose	Jour d'injection	Poids moyen de la rate (mg) <sup>++</sup>	Nombre de souris inoculées	Nombre de souris leucémiques
VFA	1/800	PBS <sup>+++</sup>	0,1 ml/souris	J+1	1.503 (2.074-1.055)	10	10/10
VFA	1/800	Composé 27	0,2 mg/souris 10 mg/kg	J+1	183 (269-123)	10	2/10
VFA	1/1600	PBS <sup>+++</sup>	0,1 ml/souris	J+1	827 (1.977-158)	10	7/10
VFA	1/1600	Composé 27	0,2 mg/souris 10 mg/kg	J+1	199 (236-155)	5	0/5
VFA	1/3200	PBS <sup>+++</sup>	0,1 ml/souris	J+1	477 (1.117-100)	10	7/10
VFA	1/3200	Composé 27	0,2 mg/souris 10 mg/kg	J+1	220 (280-191)	5	1/5

+ = Sont considérées comme leucémiques, les souris dont le poids de la rate est supérieur à 250 mg.  
 ++ = Entre parenthèses, la rate avec le poids le plus fort (1er chiffre) et celle avec le poids le plus faible (2ème chiffre).  
 +++ = Tampon phosphate.

TABLEAU XVIII  
Essai sur le virus de Friend anémiant.

Dilution du virus VFA :	Composé testé	Intervalle : : de mort	Moyenne du : temps de survie	ILS %	survivantes
1/800 % de leucémies = 99,8	TEMOIN VIRUS 1	19 - 43	30,5	-	1
		22 - 37	29,8	-	0
	Composé 27 +	20 - 64	42,2	40	0
	: 15 mg/kg				
1/800 % de leucémies = 100 %	TEMOIN VIRUS 1	19 - 46	24,4		
	TEMOIN VIRUS 2	19 - 35	24,4		
	Composé 27 ++	48 - 72	59,5	143,85	-
	: 15 mg/kg				

+ = Lot de 10 souris - à cette dose 5 souris/10 sont mortes par toxicité;  
le calcul d'ILS % a été effectué sur les souris survivantes.

++ = Lot de 10 souris.



Les nouveaux composés peuvent être administrés à l'homme et aux mammifères selon les moyens usuels. Un mode d'administration approprié est la voie injectable, intraveineuse ou intramusculaire. On préfère la voie in-

5 traveineuse.

Ainsi l'invention a-t-elle également pour objet des compositions pharmaceutiques convenant à l'administration et contenant au moins un composé de l'invention en association avec un véhicule pharmaceutiquement ac-

10 ceptable. Par exemple, une composition pharmaceutique convenant aux besoins de l'invention est une solution injectable préparée à partir d'un sel pharmaceutiquement acceptable d'un dérivé selon l'invention ou préparée extemporanément à partir d'un dérivé selon l'inven-

15 tion avec une quantité appropriée d'un acide pour obtenir une solution ayant un pH voisin de 7. Une telle solution pourra contenir des additifs usuels dans la formulation gallénique, par exemple des agents tampons.

Au cours des essais pharmacologiques, aucun

20 effet secondaire notable immédiat n'a été trouvé. Les valeurs DL 50 caractéristiques de la toxicité des médicaments ont été déterminées pour un grand nombre de composés représentatifs selon l'invention.

Quant à la posologie envisagée, elle dépendra

25 évidemment du composé particulier utilisé et de la maladie à traiter. Chez l'homme, des doses de l'ordre de 100 mg ou plus du composé actif peuvent convenir pour l'adulte.

TABEAU XIX

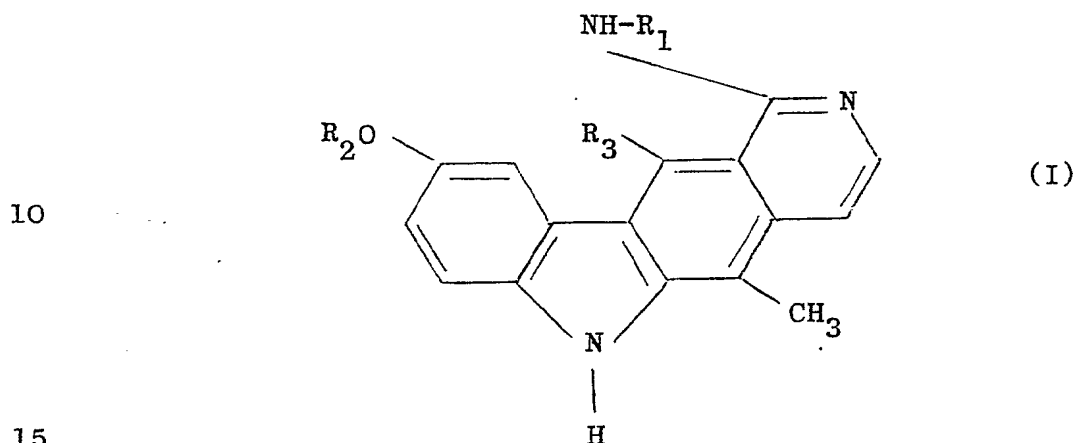
Essai sur le virus de Friend anémiant : relation dose/effet.

	Intervalle de mort	Moyenne du temps de survie	ILS %	survivantes
TEMOIN VIRUS 1	18 - 31	24,4		0
TEMOIN VIRUS 2	18 - 29	22,8		
Composé 27	25 - 36	31,1	31,78	0
"	32 - 64	45,8	103	0
"	33 - 63	49,9	122	0

+ = 2 mortes par toxicité; elles n'entrent pas dans le calcul.

REVENDICATIONS.

1. Dérivés des pyrido [4,3-b]carbazoles (ellipticines) substitués en position 1 par une chaîne polyaminée, lesdits dérivés répondant à la formule générale :

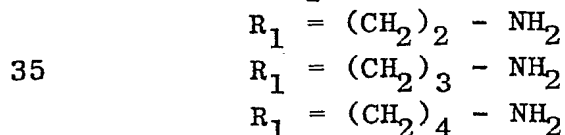


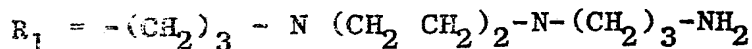
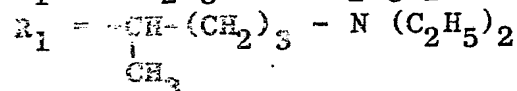
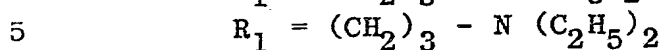
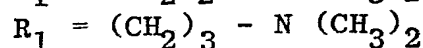
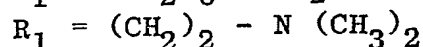
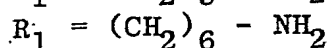
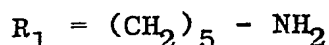
dans laquelle  $R_1$  est un groupement  $Y-(CH_2)_n - NR_4R_5$ , où Y représente une liaison simple ou le groupe :



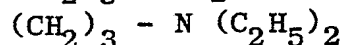
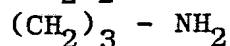
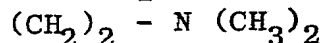
$R_4$  et  $R_5$ , identiques ou différents, sont l'hydrogène ou un radical alkyle, de préférence inférieur, ou encore forment ensemble un cycle pouvant comporter des hétéroatomes, en particulier des atomes d'azote, et  $n$  est un nombre allant de 1 à 10, notamment de 2 à 7,  $R_2$  est un atome d'hydrogène, un groupe alkyle inférieur ou un groupe aralkyle dans lequel le substituant alkyle est un groupe alkyle inférieur, et  $R_3$  est un atome d'hydrogène ou un groupe  $-CH_3$ , et les sels pharmaceutiquement acceptables desdits dérivés.

2. Dérivés selon la revendication 1, caractérisés en ce que  $R_2$  est le radical  $CH_3$ ,  $R_3$  un atome d'hydrogène et  $R_1$  l'un des groupes suivants :

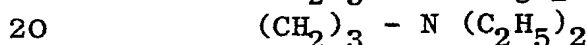
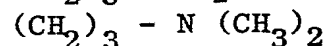
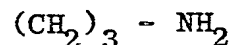




3. Dérivés selon la revendication 1, caractérisés en ce que  $R_2$  est le radical  $CH_2-C_6H_5$ ,  $R_3$  un atome d'hydrogène et  $R_1$  l'un des groupes suivants :



4. Dérivés selon la revendication 1, caractérisés en ce que  $R_2$  et  $R_3$  sont tous deux le radical  $-CH_3$  et  $R_1$  l'un des groupes suivants :



5. Dérivé selon la revendication 1, caractérisé en ce que  $R_2$  est le radical  $CH_2-C_6H_5$ ,  $R_3$  est le radical  $-CH_3$  et  $R_1$  est le groupe  $(CH_2)_3 - N (C_2H_5)_2$ .

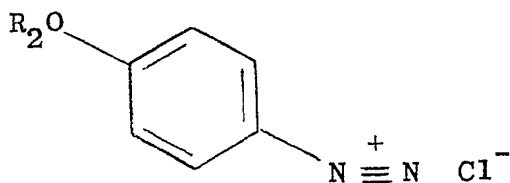
6. Dérivé selon la revendication 1, caractérisé en ce que  $R_2$  et  $R_3$  sont tous deux un atome d'hydrogène et  $R_1$  est le groupe  $(CH_2)_3 - N (C_2H_5)_2$ .

7. Dérivé selon la revendication 1, caractérisé en ce que  $R_2$  est un atome d'hydrogène,  $R_3$  est le radical  $-CH_3$  et  $R_1$  est le groupe  $(CH_2)_3 - N (C_2H_5)_2$ .

8. Procédé pour l'obtention des dérivés selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé par la succession des étapes ci-après :

(1) on fait réagir un chlorure de phényl (substitué en 4) diazonium de formule :

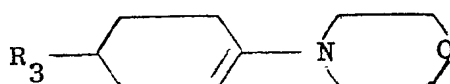
51.



5

où  $R_2$  a la signification indiquée précédemment, sur un cyclohexène à substitution amine en position 1, par exemple un N-morpholino-1-cyclohexène de formule :

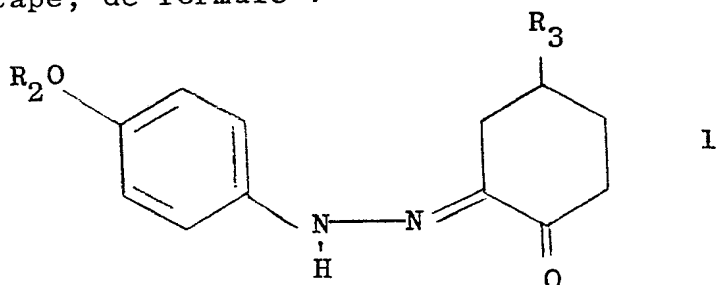
10



où  $R_3$  a la signification indiquée (H ou  $-CH_3$ ).

(2) on transforme l'arylhyazone obtenue à la première étape, de formule :

15

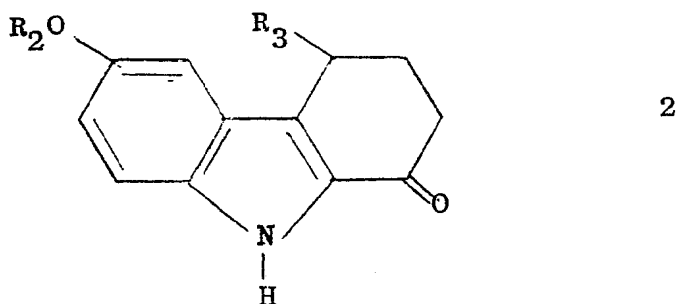


20

où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée, par indolisation à chaud et en milieu acide fort.

(3) on acyle l'oxo-1 tétrahydro-1,2,3,4 carbazole, obtenu à la deuxième étape, de formule :

25

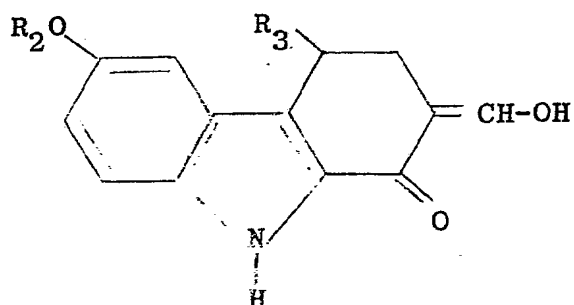


30

où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée, à l'aide de formiate d'éthyle en présence d'une base forte.

(4) on éthérifie l'oxo-1 hydroxyméthylène-2 tétrahydro-1,2,3,4 carbazole de formule :

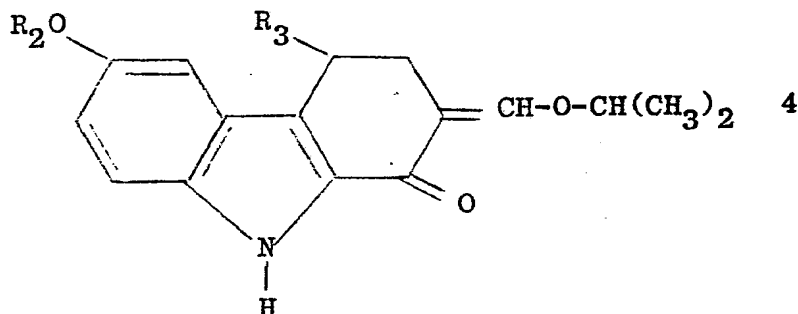
35



3

où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée, à l'aide d'un halogénure d'alkyle, en particulier d'iodure d'isopropyle.

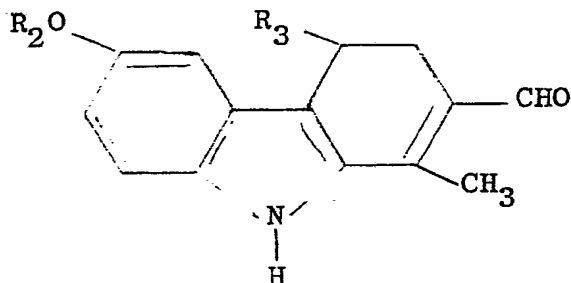
(5) on traite l'oxo-1 alkyloxy-méthylène-2 dihydro-3,4 carbazole, en particulier l'oxo-1 isopropoxy-méthylène-2- dihydro-3,4 carbazole, obtenu à la quatrième étape, de formule :



4

où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée par quatre équivalents molaires de méthyl lithium, après quoi on opère successivement une hydrolyse acide et une hydrolyse alcaline.

(6) on traite le méthyl-1 formyl-2 dihydro 3,4 carbazole obtenu à la cinquième étape, de formule :

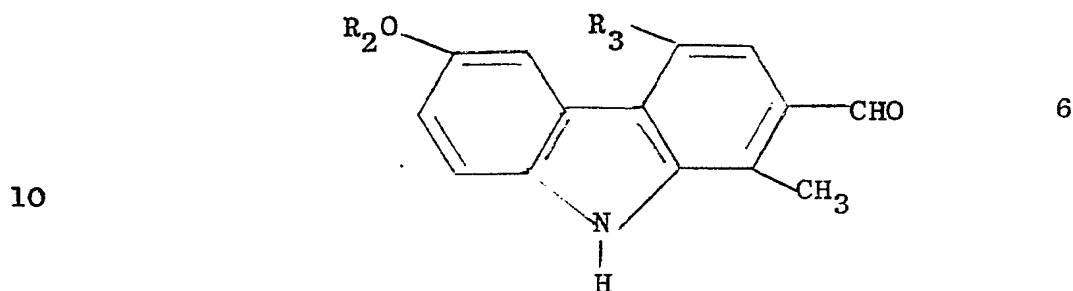


5

35

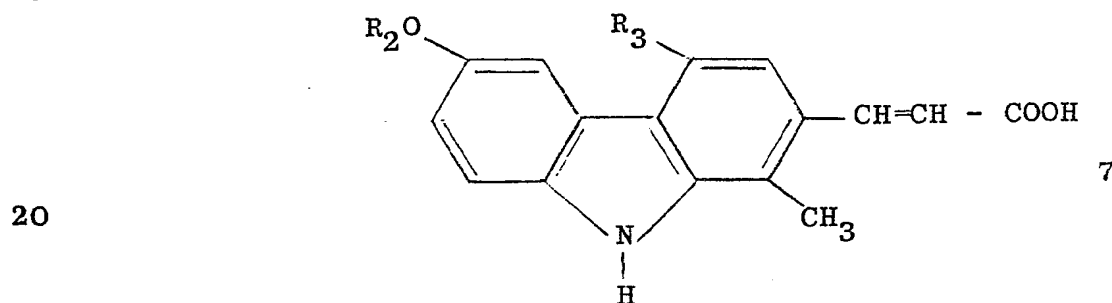
où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée, par du charbon palladié ou, mieux, par du dioxyde de manganèse, afin d'obtenir l'aromatisation du composé de départ.

(7) on traite l'aldéhyde obtenu à la sixième étape de formule :



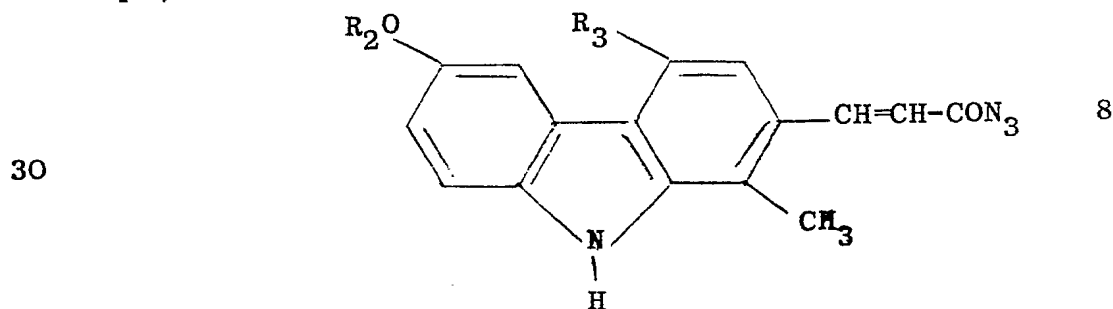
par l'acide malonique.

(8) on traite l'acide acrylique obtenu à la septième étape, de formule :



par le chloroformiate d'éthyle, puis par l'azoture de sodium.

(9) on traite l'azide obtenu à la huitième étape, de formule :

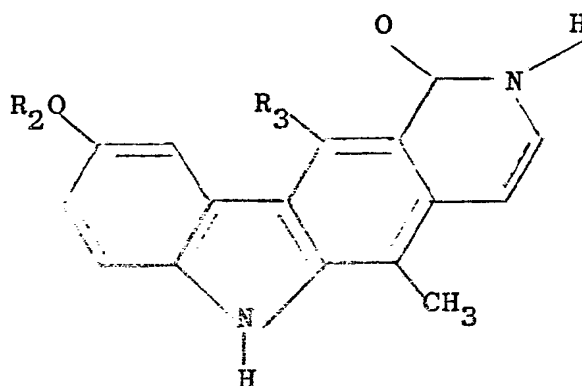


par le diphenyl éther à chaud.

(10) on traite le dihydro-1,2 oxo-1 méthyl-5 pyrido [4,3-b] carbazole, obtenu à la neuvième étape,

54.

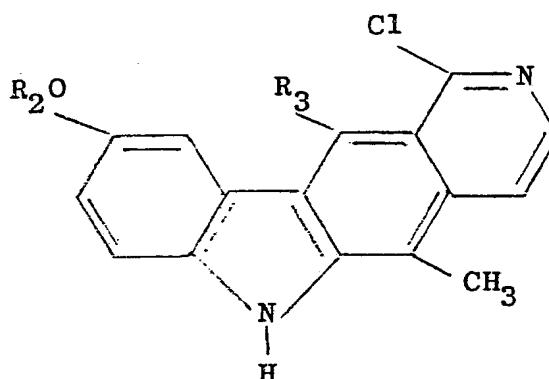
de formule :



9

par l'oxychlorure de phosphore à chaud.

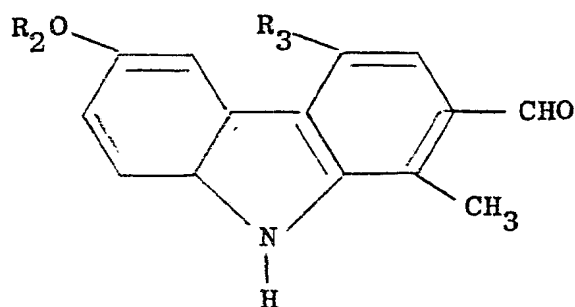
(11) on traite le chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b] carbazole, obtenu à la dixième étape, de formule :



10

par une amine de formule  $\text{NH}_2\text{-R}_1$ , où  $\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$  et  $\text{R}_3$  ont la signification indiquée précédemment.

9. A titre de produits nouveaux, les carbazoles à fonction aldéhyde de formule :



où  $\text{R}_2$  est un atome d'hydrogène, un groupe alkyle infé-

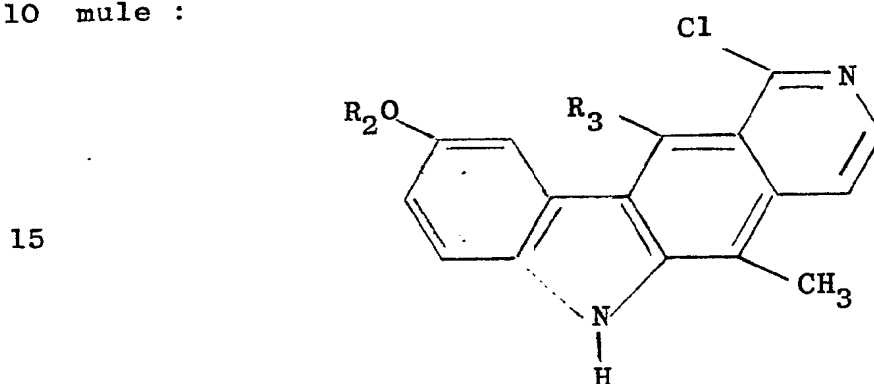


rieur ou un groupe aralkyle dans lequel le substituant alkyle est un groupe alkyle inférieur, et  $R_3$  est un atome d'hydrogène ou un groupe  $-CH_3$ .

5

10. Produits selon la revendication 9, caractérisés en ce que  $R_3$  est un atome d'hydrogène.

11. A titre de produits nouveaux, les chloro-1 méthyl-5 alkyloxy-9 pyrido [4,3-b] carbazoles de formule :



20 où  $R_2$  et  $R_3$  ont la signification indiquée.

12. Application des dérivés des pyrido [4,3-b] carbazoles (ellipticines) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, à titre de médicaments utilisables en particulier en chimiothérapie des cancers.

25 13. Compositions pharmaceutiques, en particulier antitumorales et antileucémiques, contenant, à titre d'agent actif, au moins un des dérivés des pyrido [4,3-b] carbazoles (ellipticines) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, en association avec un véhicule pharmaceutiquement acceptable et adapté au mode d'administration.

30

14. Compositions pharmaceutiques selon la revendication 12, conditionnées en vue de l'administration par voie intramusculaire ou intraveineuse.

